

CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA

CUP E3 1 B05000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI  
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. LGS 163/2006  
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 19/2016

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PROGETTO ESECUTIVO

I - INTERCONNESSIONE  
I1 - INTERCONNESSIONE A35-A4  
SOAX2 - SOTTOPASSO PODERALE  
SOTTOPASSO SCATOLARE  
RELAZIONE DI CALCOLO

PROGETTAZIONE:



VERIFICA:

IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
IMPRESA PIZZAROTTI E S. S. P.A.  
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

IL DIRETTORE TECNICO  
IMPRESA PIZZAROTTI E S. S. P.A.  
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SDP

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO													DATA: LUG 2016
	EMIT.	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PART.	PROGR.	PART.DOC.	STATO	REV.	
65331	04	RC	E	I	I1	SO	AX2	00	00	001	00	A	00	SCALA:

ELABORAZIONE PROGETTUALE	REVISIONE									
N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO		
A	00	EMISSIONE	29/07/2016	PIACENTINI	29/07/2016	MAZZOLI	29/07/2016	MAZZOLI		

	<p><b>IL CONCEDENTE</b></p> <p>CONCESSIONI AUTOSTRADALI LOMBARDE</p>	<p><b>IL CONCESSIONARIO</b></p> <p>SOCIETÀ DI PROGETTO BREBEMI SPA Società di Progetto Brebemi SpA</p>
--	--	--

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SdP BREBEMI S.P.A. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE  
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SdP BREBEMI S.P.A. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW

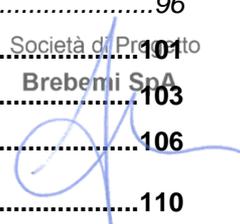
## INDICE

1.	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....	5
2.	<b>NORMATIVA E RIFERIMENTI</b> .....	6
2.1	Opere in c.a. e strutture metalliche .....	6
2.2	Strade .....	6
2.3	Altri documenti .....	7
3.	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	8
3.1	Calcestruzzo per strutture.....	8
3.2	Acciaio per cemento armato .....	8
3.3	Durabilità e prescrizioni sui materiali .....	9
4.	<b>CRITERI DI CALCOLO</b> .....	11
5.	<b>COMBINAZIONI DI CARICO</b> .....	12
5.1	Combinazioni per la verifica allo SLU .....	12
5.2	Combinazioni per la verifica allo SLE .....	14
5.3	Combinazioni per la condizione sismica.....	14
6.	<b>PARAMETRI GEOTECNICI</b> .....	15
7.	<b>GEOMETRIA DELLA STRUTTURA</b> .....	16
8.	<b>ANALISI DELLA STRUTTURA</b> .....	17
8.1	<b>Analisi dei carichi</b> .....	18
8.1.1	<i>CdC 1: Peso proprio</i> .....	18
8.1.2	<i>CdC 2: Permanenti portati</i> .....	18
8.1.3	<i>CdC 3-5: Spinta del terreno</i> .....	19
8.1.4	<i>CdC 6: Spinta dell'acqua interna allo scatolare</i> .....	21
8.1.5	<i>CdC 7: Spinta della falda esterna allo scatolare</i> .....	21
8.1.6	<i>CdC 8-11: Carichi da traffico transitante sopra la struttura scatolare</i> .....	21
8.1.7	<i>CdC 12-13: Azioni da traffico transitante all'interno della struttura scatolare</i> .....	28
8.1.8	<i>CdC 14-15: Frenatura</i> .....	28
8.1.9	<i>CdC 16-17: Azione sismica</i> .....	29
8.1.10	<i>CdC 18-21: Azioni termiche</i> .....	31
8.1.11	<i>CdC 22: Ritiro</i> .....	32
8.2	<b>Combinazioni di riferimento</b> .....	33
8.3	<b>Sollecitazioni di riferimento</b> .....	47
8.3.1	<i>CDC1: Peso proprio</i> .....	48
8.3.2	<i>CDC2: Permanenti portati</i> .....	48
8.3.3	<i>CDC3: Spinta a riposo simmetrica</i> .....	49

APPROVATO SDP

8.3.4	CDC4: Spinta a riposo sinistra attiva destra .....	49
8.3.5	CDC5: Spinta attiva simmetrica .....	50
8.3.6	CDC8: Accidentali da traffico M- incastro piedritto sol sup (1) .....	50
8.3.7	CDC9: Accidentali da traffico M- incastro piedritto sol sup (2) .....	51
8.3.8	CDC10: Accidentali da traffico M+ sol sup .....	51
8.3.9	CDC11: Accidentali da traffico M+ piedritto .....	52
8.3.10	CDC14: Accidentali da traffico frenatura sx-dx .....	52
8.3.11	CDC15: Accidentali da traffico frenatura dx-sx .....	53
8.3.1	CDC16: Sisma permanenti orizzontali .....	53
8.3.2	CDC17: Sisma permanenti verticali .....	54
8.3.3	CDC18: Variazione termica uniforme sol sup (1) .....	54
8.3.4	CDC19: Variazione termica uniforme sol sup (2) .....	55
8.3.5	CDC20: Variazione termica lineare sol sup (1) .....	55
8.3.6	CDC21: Variazione termica lineare sol sup (2) .....	56
8.3.7	CDC22: Ritiro .....	56
<b>8.4</b>	<b>Sollecitazioni alla base delle verifiche degli elementi strutturali .....</b>	<b>57</b>
8.4.1	Combinazioni di carico agli SLU .....	57
8.4.1	Combinazioni di carico sismiche agli SLV .....	58
8.4.2	Combinazioni di carico agli SLE Rare .....	60
8.4.3	Combinazioni di carico agli SLE Frequenti .....	61
8.4.4	Combinazioni di carico agli SLE Quasi Permanenti .....	62
<b>9.</b>	<b>VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI .....</b>	<b>63</b>
<b>9.1</b>	<b>Criteri di verifica .....</b>	<b>64</b>
9.1.1	Resistenza a sforzo normale e flessione .....	64
9.1.2	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	65
9.1.3	Verifiche allo stato limite di fessurazione .....	66
9.1.4	Verifiche delle tensioni in esercizio .....	69
<b>9.2</b>	<b>Soletta inferiore .....</b>	<b>69</b>
9.2.1	Sezione di incastro .....	69
9.2.2	Sezione di mezzeria .....	74
<b>9.3</b>	<b>Piedritti .....</b>	<b>78</b>
9.3.1	Sezione di attacco fondazione .....	78
9.3.2	Sezione di mezzeria .....	83
9.3.3	Sezione di attacco trasverso .....	86
<b>9.4</b>	<b>Soletta superiore .....</b>	<b>91</b>
9.4.1	Sezione di incastro .....	91
9.4.2	Sezione di mezzeria .....	96
<b>9.5</b>	<b>Cordolo di chiusura soletta superiore estremità lato ovest .....</b>	<b>101</b>
<b>9.6</b>	<b>Cordolo di chiusura soletta superiore estremità lato est .....</b>	<b>103</b>
<b>9.7</b>	<b>Trave in spessore nelle zone di estremità della fondazione .....</b>	<b>106</b>
<b>10.</b>	<b>ARMATURA DI RIPARTIZIONE DELLO SCATOLARE .....</b>	<b>110</b>

APPROVATO SDP



10.1	Verifica delle sollecitazioni flessionali secondarie sulla soletta superiore.....	110
10.2	Verifica dell'area minima di armatura per fessurazione .....	112
11.	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	113

APPROVATO SDP

	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX2000000100	REV. A00	FOGLIO 5 di 115
--	----------------------------	--	-------------	--------------------

## 1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione riguarda il sottovia poderale previsto nell'ambito del Progetto Esecutivo dell'interconnessione A35-A4, sulla rampa di svincolo A4-BB alla progressiva chilometrica 0+655,63.

La sezione tipica dell'opera presenta dimensioni nette interne in retto di 5,00x5,90m, con soletta superiore di spessore m 0.65, soletta inferiore di spessore m 0.70 e piedritti di spessore m 0.60. Longitudinalmente, la struttura scatolare si sviluppa per una lunghezza di 19.29 m sul filo Nord e m 18.44 sul filo Sud.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo stradale, con applicazione della Normativa sui ponti stradali D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni. L'opera ricade in zona sismica, pertanto, saranno applicate le azioni di rito previste dalla norma così come riportato nei capitoli successivi.

Il dimensionamento è il risultato dello studio effettuato su una struttura piana che descrive una striscia larga 1,00m.

Per quanto riguarda i muri ad U, si rimanda alla relazione di calcolo specifica.

Per quanto riguarda i muri su fondazione diretta, si rimanda a quanto contenuto nella relazione di calcolo tipologica dei muri.

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX2000000100	REV. A00	FOGLIO 6 di 115
--	----------------------------	--	-------------	--------------------

## 2. NORMATIVA E RIFERIMENTI

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore.

### 2.1 Opere in c.a. e strutture metalliche

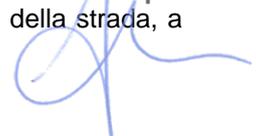
- D. M. Min. Il. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni sulle strutture - Azioni in generale - Azioni termiche
- UNI EN 1991-2:2005 Parte 2: Azioni sulle strutture - Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2:2006 Parte 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo- Ponti di calcestruzzo, Progettazione e dettagli costruttivi
- UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Progettazione geotecnica - Regole generali
- UNI EN 1998-1:2005 Parte 1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
- UNI EN 1998-2:2009 Parte 2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Ponti
- UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale

### 2.2 Strade

- D.M. 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade
- D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285– Nuovo codice della strada;
- D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;
- D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 – disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell’articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.

Società di Progetto

**Brebemi SpA**



	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX2000000100	REV. A00	FOGLIO 7 di 115
--	----------------------------	--	-------------	--------------------

- D.L. 20 giugno 2002 n. 121 – disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- L. 1 agosto 2002 n. 168 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale
- D.L. 27 giugno 2003 n. 151 – modifiche ed integrazioni al codice della strada
- L. 1 agosto 2003 n. 214 – conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada
- D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
- Bollettino CNR n. 150 – Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane

### 2.3 Altri documenti

- CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo

APPROVATO SDP



### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei materiali elencati nel seguito.

Calcestruzzo per magrone di sottofondazione

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe C12/15.

#### 3.1 Calcestruzzo per strutture

Per la realizzazione delle solette dello scatolare si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di C28/35 che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)	$f_{ck} = 28.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 36.00 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3} = 32308 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 15.87 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 1.94 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.29 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima di compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck} = 16.80 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima di compressione (comb. Quasi permanente)	$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 12.60 \text{ N/mm}^2$

Per la realizzazione degli elementi di elevazione dello scatolare si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di C32/40 che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)	$f_{ck} = 32.00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40.00 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3} = 33346 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 18.13 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm} = 2.12 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.41 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima di compressione (comb. Rara)	$\sigma_c = 0.60 f_{ck} = 19.20 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima di compressione (comb. Quasi permanente)	$\sigma_c = 0.45 f_{ck} = 14.40 \text{ N/mm}^2$

#### 3.2 Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano barre in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
--	----------------------------------

Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Fattore di sicurezza acciaio	$\gamma_s = 1.15$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s} = 391.30 \text{ N/mm}^2$
Tensione massima di trazione (comb. Rara)	$\sigma_s = 0.80 f_{yk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

### 3.3 Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ . Vale pertanto:  $c_{nom} = c_{min} + h$ .

La tolleranza di posizionamento delle armature "h", per le strutture gettate in opera, può essere assunta pari a 5 mm, nell'ipotesi in cui sia previsto controllo di qualità con misura dei copriferri.

In accordo con le specifiche dei materiali da utilizzarsi per l'opera in oggetto, si utilizzano i seguenti tipi di calcestruzzo e copri ferri minimi. Il copriferro è valutato in accordo a quanto prescritto nella Norma UNI EN 1992-1-1, mentre la classe di resistenza minima è definita in accordo al Prospetto 4 della Norma UNI 11104:2004.

Campi di impiego	Classe di esposizione ambientale	Classe di resistenza minima [C(fck/Rck)min]	Classe strutturale	Copriferro minimo $c_{min,dur}$	Copriferro nominale $c_{nom} = c_{min} + h$ (mm)
			VN=100	VN=100	VN=100
Magrone di riempimento o livellamento	X0	C12/15	--	--	--
Soletta inferiore	XC2	C28/35	S4	35	45
Soletta superiore	XC4 XD1 XF1	C32/40	S4	35	45

	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	65331-SOAX2-A00	04RCEI11SOAX2000000100	A00	10 di 115

Piedritti	XC4	C32/40	S4	35	45
	XD1				
	XF1				

Tabella 3.1 Classe di resistenza minima e copriferro nominale

In base a quanto definito nella tabella precedente e in accordo con quanto previsto nelle tabelle 4.2.III e 4.1.IV del D.M. 14 Gennaio 2008 si definiscono le condizioni ambientali ed i relativi limiti di apertura delle fessure accettabili per ciascun elemento strutturale.

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 3.2 – Descrizione delle condizioni ambientali (tabella 4.2.III NTC 2008)

Nella tabella 4.1.IV del D.M. 14 Gennaio 2008, riportata di seguito per comodità, sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura. Nel caso specifico si evidenziano i limiti di apertura delle fessure da utilizzare per le verifiche agli stati limite di esercizio.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w2	ap. fessure	≤ w3
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w1	ap. fessure	≤ w2
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w1	ap. fessure	≤ w2
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w1
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w1
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w1

Tabella 3.3 - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione (tabella 4.1.IV NTC 2008)

	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX2000000100	REV. A00	FOGLIO 11 di 115
--	----------------------------	--	-------------	---------------------

#### 4. CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza con la normativa vigente, i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

L'analisi della struttura è stata implementata con l'ausilio di una modellazione numerica agli elementi finiti con apposito codice di calcolo strutturale (rif. capitolo 8), alla quale sono state assegnate tutte le azioni da normativa, con particolare riferimento agli effetti dovuti alle azioni variabili da traffico come definite dalla normativa vigente di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



## 5. COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle NT.

### 5.1 Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrate si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite in riferimento ai seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico: collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

SLU di tipo strutturale: raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche sono condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1" per quanto concerne le verifiche strutturali, mentre "Approccio 2" per quanto concerne le verifiche geotecniche, utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni.

Strutturali: Approccio 1 Combinazione 1 → (A1+M1+R1)

Geotecniche: Approccio 2 → (A1+M1+R3)

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1	1.25
Resistenza non drenata	$c'_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1	1

Tabella 6.2.I/5.1.V - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO $\gamma_F$	EQU	A1	A2
Permanente	favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.35	1.0
Permanente non strutturali	favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0(0.9)	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5 (1.1)	1.35	1.0/1.3

	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	65331-SOAX2-A00	04RCEI11SOAX2000000100	A00	13 di 115

Variabili da traffico	favorevole	$\gamma_Q$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.35	1.35	1.15
Variabili	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.30

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per la resistenza del sistema

VERIFICA	COEFF. PARZIALE (R1)	COEFF. PARZIALE (R2)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1$	$\gamma_R = 1.8$
Scorrimento	$\gamma_R = 1$	$\gamma_R = 1.1$

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definisce la seguente combinazione:

Fondamentale:  $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
Vento $q_s$	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_s$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

## 5.2 Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\begin{array}{lll} \text{Frequente)} & \Rightarrow & G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k') \\ \text{Quasi permanente)} & \Rightarrow & G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k') \\ \text{Rara)} & \Rightarrow & G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k') \end{array}$$

## 5.3 Combinazioni per la condizione sismica

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione sono le seguenti (Approccio 1):

$$\text{Combinazione sismica:} \quad E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I valori del coefficiente  $\psi_{2i}$  sono quelli riportati nella tabella 5.1.VI e § 2.5.I della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere stradali, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi  $\psi_{2i} = 0$ .

APPROVATO SDP

## 6. PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici che caratterizzano i materiali da rilevati e reinterri sono:

$$\Phi'_k = 35^\circ$$

$$\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma'_m = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{water}} = 10 \text{ kN/m}^3.$$

A tali parametri sono associati i seguenti coefficienti di spinta:

$$k_{0,k} = 0.426'' \quad \text{coefficiente di spinta a riposo}$$

$$k_{a,k} = 0.271'' \quad \text{coefficiente di spinta attiva}$$

Per quanto riguarda il terreno di fondazione, si assumono i seguenti parametri conservativi:

$$\Phi'_k = 28^\circ$$

$$\gamma_m = 19 \text{ kN/m}^3$$

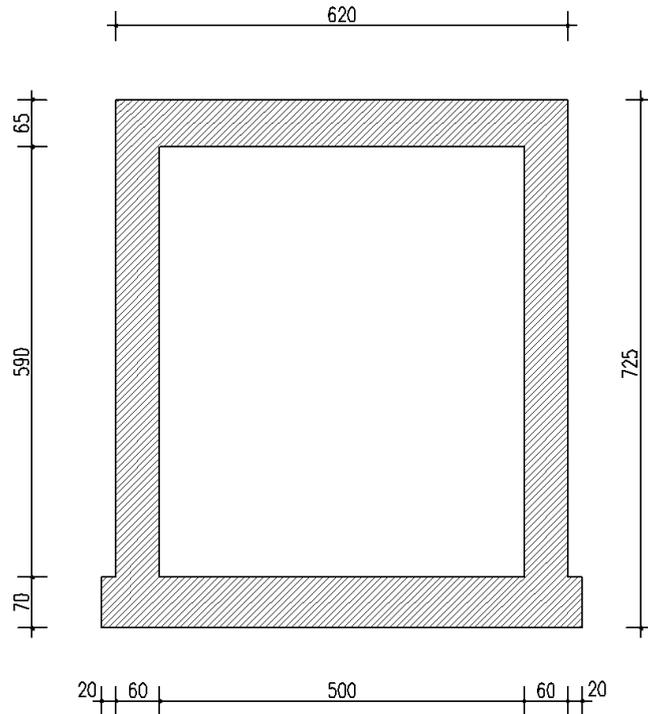
$$\gamma'_m = 9 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{water}} = 10 \text{ kN/m}^3.$$

APPROVATO SDP

## 7. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La geometria è quella riportata nella figura seguente:



Luce netta interna	$B = 5.0 \text{ m}$
Altezza netta interna	$H = 5.9 \text{ m}$
Spessore soletta superiore	$t_{SS} = 0.65 \text{ m}$
Spessore soletta inferiore	$t_{SI} = 0.70 \text{ m}$
Spessore piedritti	$t_p = 0.60 \text{ m}$
$H_{\text{Ricoprimento}} = 0.15 + 0.35 \text{ m}$	
$H_{\text{pacch stradale}} = 0.15 \text{ m}$	
$H_{\text{falda esterna}} = \text{assente}$	
$H_{\text{falda interna}} = \text{assente}$	

APPROVATO SDP

## 8. ANALISI DELLA STRUTTURA

Si utilizza il software Straus7 per condurre analisi con elementi finiti.

Gli elementi utilizzati per la modellazione della struttura sono i seguenti:

- elemento tipo BEAM (trave);
- elemento tipo SUPPORT;

Si è assunto lo schema statico di scatolare chiuso.

L'analisi strutturale e' condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

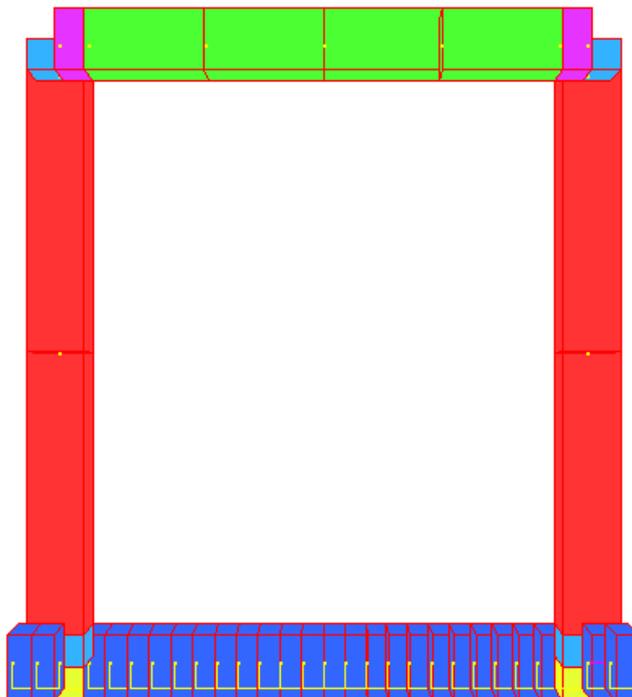
Il valore della costante di sottofondo elastico uniformemente distribuita lungo ciascun elemento è assunta pari a:

$$K_s = 15000 \text{ kN/m/m.}$$

Agli effetti delle caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare  $b \times h = 1 \times t_{SS}$  cm per la soletta superiore
- una sezione rettangolare  $b \times h = 1 \times t_{SI}$  cm per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare  $b \times h = 1 \times t_P$  cm per i piedritti

Una rappresentazione della geometria della modellazione numerica è riportata nella figura seguente:



APPROVATO SDP

	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX2000000100	REV. A00	FOGLIO 18 di 115
--	----------------------------	--	-------------	---------------------

## 8.1 Analisi dei carichi

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza, in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione n°22 Condizioni Elementari di carico (CDC1÷ CDC22), di seguito determinate.

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

calcestruzzo armato:	25 kN/m <sup>3</sup>
rilevato	20 kN/m <sup>3</sup>
sovrastuttura stradale	22 kN/m <sup>3</sup>

Le figure di seguito proposte in rappresentanza delle azioni sollecitanti gli elementi strutturali sono da intendersi schemi del tutto indicativi e qualitativi (in particolare non si faccia riferimento alla visiva presenza di una soletta continua di fondazione, evidentemente non modellata nell'implementazione numerica).

### 8.1.1 CdC 1: Peso proprio

Il peso proprio è calcolato automaticamente dal programma di calcolo.

### 8.1.2 CdC 2: Permanenti portati

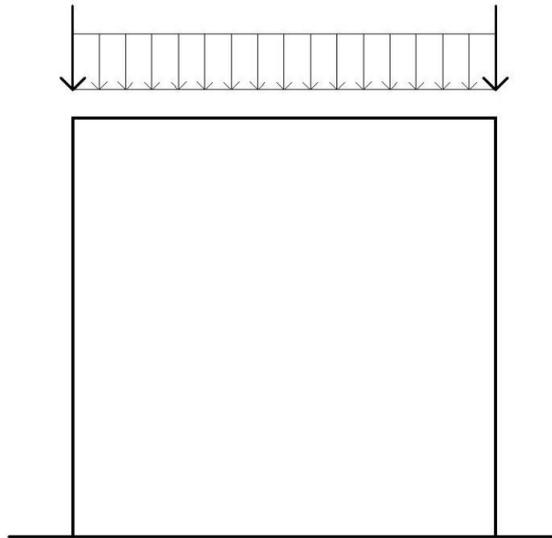
Si considera il peso del rilevato e della sovrastuttura stradale.

Si ha:

peso sovrastuttura stradale:	1*0.15*22	3.30 kN/m
peso rilevato:	1*0.35*20	7.00 kN/m
totale		10.30 kN/m

Lo schema di carico illustrato nella seguente figura:

APPROVATO SDP



Si introducono due forze concentrate in corrispondenza dei nodi soletta superiore-piedritto in modo da considerare il carico gravante sulla porzione di struttura non modellata agli elementi finiti.

### 8.1.3 CdC 3-5: Spinta del terreno

Il reinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale arido di buone caratteristiche meccaniche.

Secondo quanto riportato in precedenza, si assumono i seguenti parametri:

$$\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$k_0 = 0.426$$

$$k_a = 0.271$$

Vengono prese in considerazione diverse combinazioni della spinta del terreno in modo da massimizzare il momento in mezzaria ed il momento all'incastro.

Si applicano i valori delle spinte secondo la profondità, dunque il consueto diagramma trapezoidale delle pressioni orizzontali.

#### Spinta a riposo

Si riportano i valori della spinta a riposo del terreno in corrispondenza di:

$$\text{asse soletta superiore: } \eta_{SS} = S_s/2 \quad p_{\text{terr,ripSS}} = 7.164 \text{ kN/m}$$

$$\text{asse soletta inferiore: } \eta_{SI} = (S_s+H+S_i/2) \quad p_{\text{terr,ripSI}} = 63.239 \text{ kN/m}$$

con  $\eta$  che ha origine all'estradosso della soletta superiore, con verso verso la soletta inferiore.

#### Spinta attiva

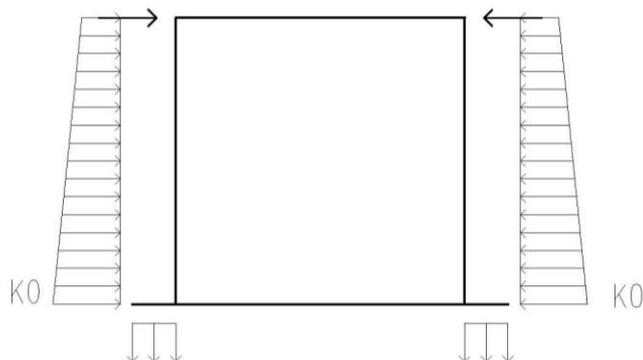
Si riportano i valori della spinta attiva del terreno in corrispondenza di:

$$\text{asse soletta superiore: } \eta_{SS} = S_s/2 \quad p_{\text{terr,attSS}} = 4.553 \text{ kN/m}$$

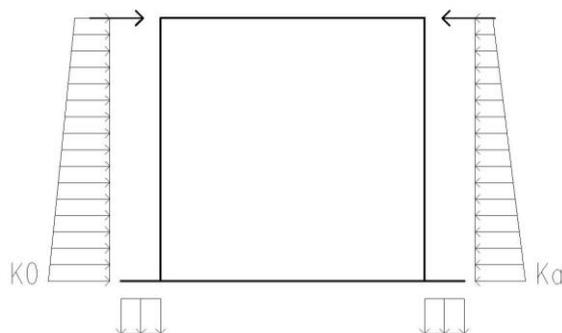
$$\text{asse soletta inferiore: } \eta_{SI} = (S_s+H+S_i/2) \quad p_{\text{terr,attSI}} = 40.188 \text{ kN/m.}$$

Tali spinte vengono considerate nelle seguenti Condizioni Elementari:

CDC3 Spinta a riposo su ambo i piedritti



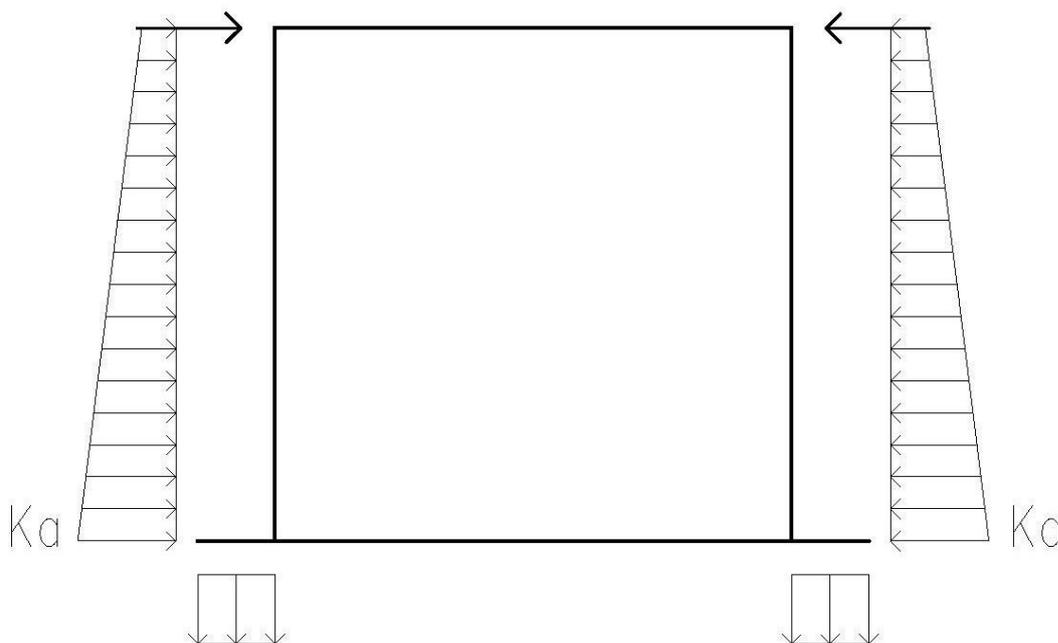
CDC4 Spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta attiva sul piedritto destro



La condizione di carico CDC4, serve a mettere in conto possibili situazioni (anche temporanee) di disomogeneità nei costipamenti o altre condizioni che possano generare situazioni di spinte asimmetriche sull'opera.

CDC5 Spinta attiva su ambo i piedritti

APPROVATO SDP



#### 8.1.4 CdC 6: Spinta dell'acqua interna allo scatolare

Tale Condizione di carico non è presente.

#### 8.1.5 CdC 7: Spinta della falda esterna allo scatolare

Tale Condizione di carico non è presente.

#### 8.1.6 CdC 8-11: Carichi da traffico transitante sopra la struttura scatolare

##### Carichi gravanti sulla soletta superiore

Come azioni variabili da traffico si assume lo schema di carico 1 secondo il paragrafo 5.1.3.3.3 delle NTC.

Si considera la categoria stradale 1.

Lo schema 1 prevede la presenza di diverse corsie di carico, delle quali si riporta di seguito solo la prima, caratterizzata da:

- ✓ il carico  $Q_{1,k}$  costituito da un mezzo convenzionale da  $[4*150]$  kN a due assi da  $[2*150]$  kN ognuno (carico tandem).

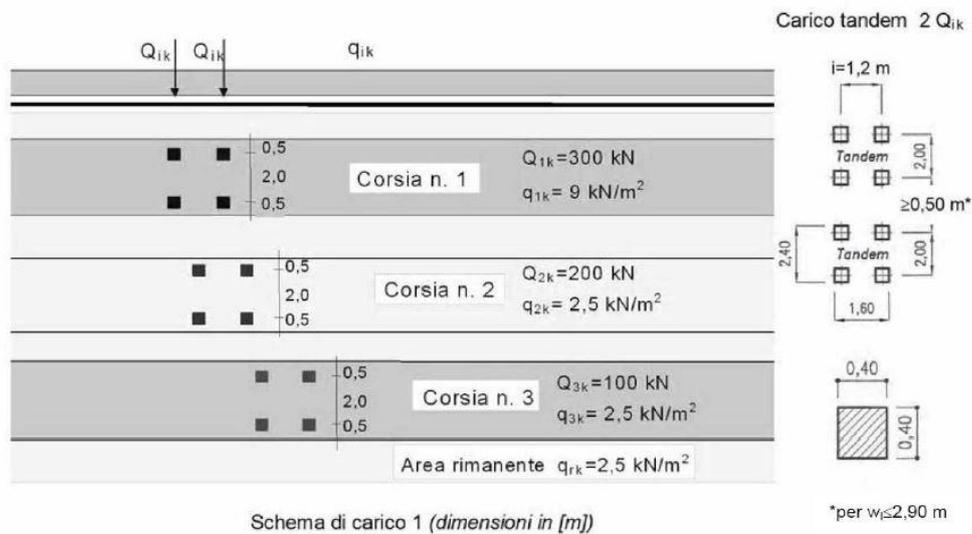
I quattro carichi concentrati sono disposti su impronte di dimensione  $0.4 \times 0.4$ , poste ad un interasse ortogonale al senso di marcia di  $2 \text{ m}$  e  $1.2 \text{ m}$  in asse al senso di marcia;

- ✓ il carico ripartito  $q_{1,k}$  da  $9 \text{ kN/m}^2$  che interessa la lunghezza della corsia e la larghezza pari a  $3 \text{ m}$ .

Società di Progetto

Brebem SpA





In base alla geometria della strada in esame, caratterizzata da cordoli di larghezza 1.3 m, si considera la presenza di n° 3 corsie di carico convenzionali.

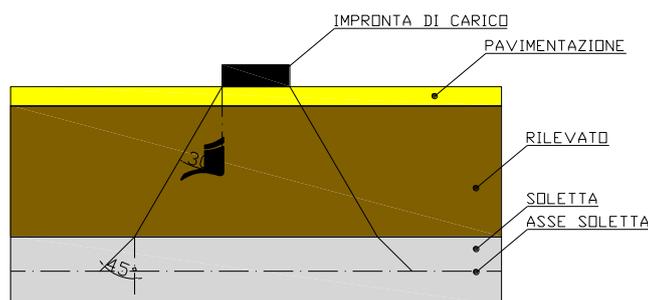
Le corsie appena descritte sono posizionate ortogonalmente all'asse del sottopasso e si considera la ripartizione sia in direzione longitudinale che trasversale.

Di seguito si riporta il calcolo delle lunghezze considerate.

In direzione longitudinale alla strada

Per quanto concerne il carico uniforme non si considera distribuzione longitudinale.

Per quanto concerne i carichi concentrati si considera  $L_{dl}$ , *larghezza di diffusione longitudinale del carico* dal piano stradale alla quota del piano medio della soletta superiore.



Si assume che detta diffusione avvenga con angolo di diffusione di 45° attraverso il pacchetto stradale, 35° attraverso il rilevato stradale, 45° sino al piano medio della soletta superiore:

$$L_{dl} = 1.20 + 0.40 + 2 * (0.15 + 0.35 * \text{tg}35 + 0.65/2) = 3.040 \text{ m.}$$

### In direzione trasversale alla strada

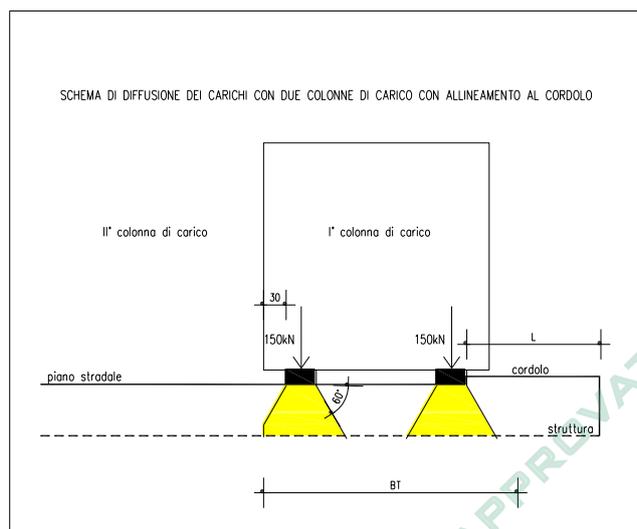
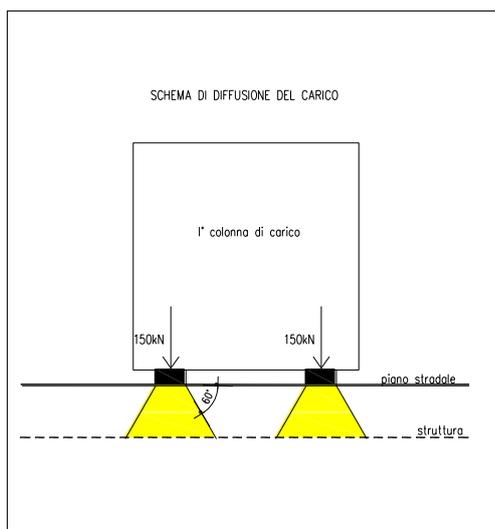
Si conduce un ragionamento simile sia per quanto riguarda la distribuzione del carico accidentale che di quello distribuito.

Detta  $L_{dt}$  la *larghezza di diffusione trasversale del carico* dal piano stradale alla quota del piano medio della soletta superiore, assumendo lo stesso schema di diffusione precedente, si ottiene:

$$L_{dt} = 2.00 + 0.40 + 2 * (0.15 + 0.35 * \text{tg}35 + 0.65/2) = 3.840 \text{ m.}$$

Il valore di  $L_{dt}$  viene poi limitato in base alle seguenti circostanze:

- ✓ presenza della seconda colonna di carico: il carico della 1° colonna, in corrispondenza dell'adiacenza alla 2° colonna, può essere diffuso al massimo fino a 0.30 m all'esterno dell'impronta del carico;
- ✓ posizionando il carico in adiacenza al cordolo (tenendo presente la larghezza del cordolo di 1.3 m), ne consegue che la massima diffusione lato cordolo è pari a 1.3 m.



Per quanto concerne i carichi concentrati, in base a quanto detto in precedenza (dunque alla geometria, al numero di corsie di carico ed al ricoprimento), si ottiene la seguente lunghezza:

$$L_{dt, \text{concentrati}} = 2.00 + 0.40 + 0.60/2 + (0.15 + 0.35 * \text{tg}35 + 0.65/2) = 3.420 \text{ m.}$$

$$L_{dt, \text{distribuiti}} = 3.00 + (0.15 + 0.35 * \text{tg}35 + 0.65/2) = 3.720 \text{ m.}$$

La lunghezza così ottenuta è da modificare tenendo conto dell'aiuto proveniente dalla flessione della piastra della soletta superiore (pari a  $L/15$  per il manufatto in oggetto e per le condizioni di carico considerate), definendo così la seguente lunghezza di collaborazione (maggiore della precedente):

$$L_{dc, \text{concentrati}} = 3.420 + 5.00/15 = 3.753 \text{ m.}$$

$$L_{dc, \text{distribuiti}} = 3.720 + 5.00/15 = 4.053 \text{ m.}$$

### Carichi di riferimento

Il carico concentrato distribuito di riferimento è pari a:

$$Q_{1k, \text{distribuito}} = -600 / (3.04 * 3.753) = -52.581 \text{ kN/m}^2.$$

Il carico distribuito distribuito di riferimento è pari a:

	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX200000100	REV. A00	FOGLIO 24 di 115
--	----------------------------	---	-------------	---------------------

$$q_{1k,distribuito} = -9.00 \cdot 3.00 / 4.053 = -6.661 \text{ kN/m}^2.$$

Si considera ora la presenza del sovraccarico da traffico sul rilevato adiacente lo scatolare.

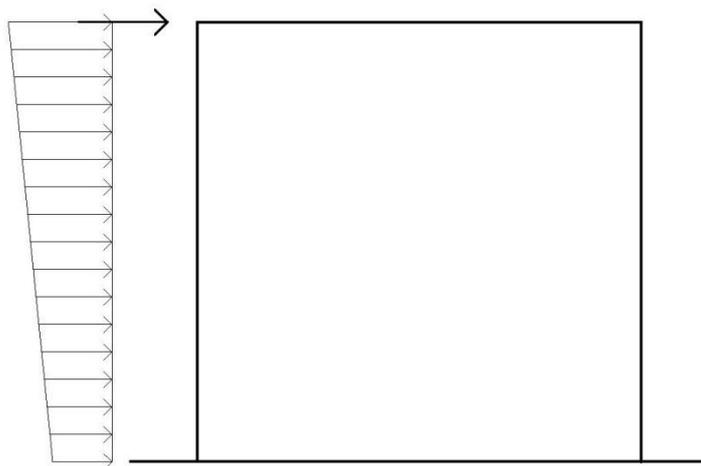
### **Sovraccarico sul rilevato**

In accordo con quanto riportato nella circolare n°617 al §5.1.3.3.7.1, il sovraccarico da considerare sul terrapieno adiacente la parete dello scatolare, è quello generato dallo schema di carico 1, dove, qualora si voglia considerare il carico tandem, esso è sostituito da un carico di 600 kN uniformemente distribuito su un'area di dimensioni 2.2 x 3.

Il carico uniformemente distribuito sulla corsia di carico è sempre pari a  $q_{ik} = 9 \text{ kN/m}^2$ , ed eventualmente viene sommato al carico tandem uniformemente distribuito.

Si procede dunque anche per questa tipologia di carico alla distribuzione nelle due direzioni.

Lo schema di carico finale cui si fa riferimento è illustrato nella figura seguente:



APPROVATO SDP

Per il calcolo delle azioni agenti sulle pareti dello scatolare, si considera il carico distribuito dovuto alla colonna di carico 1, limitando la diffusione del carico sul lato della seconda colonna di carico.

Tale distribuzione di carico fornisce alle pareti una spinta variabile lungo l'altezza, con intensità nei nodi superiore e inferiore pari a (asse solette):

solo carico distribuito

$$q_{sovrlat,distrSS} = 4.578 \text{ kN/m}^2$$

[coeff. di spinta a riposo]

$$q_{sovrlat,distrSI} = 1.400 \text{ kN/m}^2$$

[coeff. di spinta a riposo]

solo carico concentrato

$$q_{sovrlat,concSS} = 29.209 \text{ kN/m}^2$$

[coeff. di spinta a riposo]

$$q_{sovrlat,concSI} = 4.188 \text{ kN/m}^2$$

[coeff. di spinta a riposo]

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**

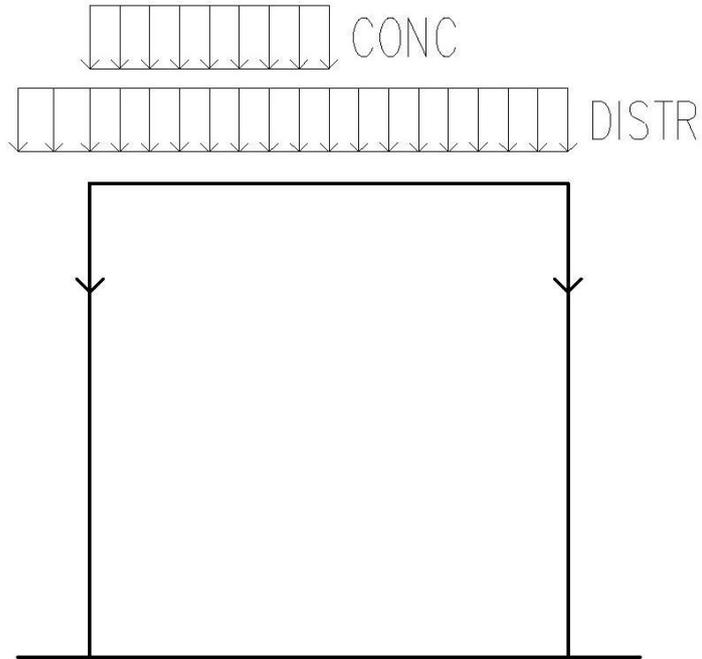


	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX200000100	REV. A00	FOGLIO 25 di 115
--	----------------------------	---	-------------	---------------------

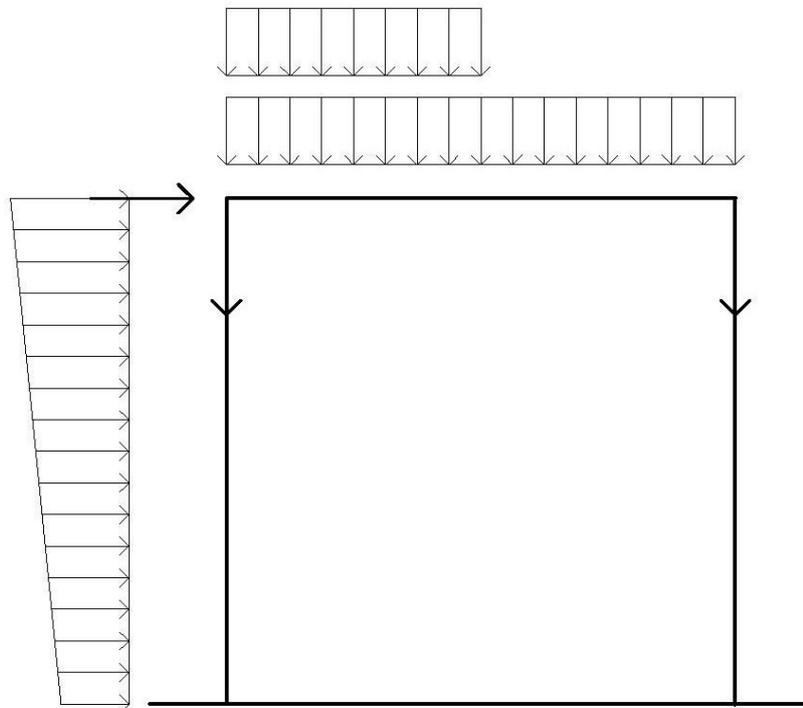
**CDC8-11: Schemi di carico e sollecitazioni di riferimento**

Si considerano tre schemi di carico:

CDC8      massimizzazione del momento flettente all'incastro tra piedritto e soletta superiore (1)



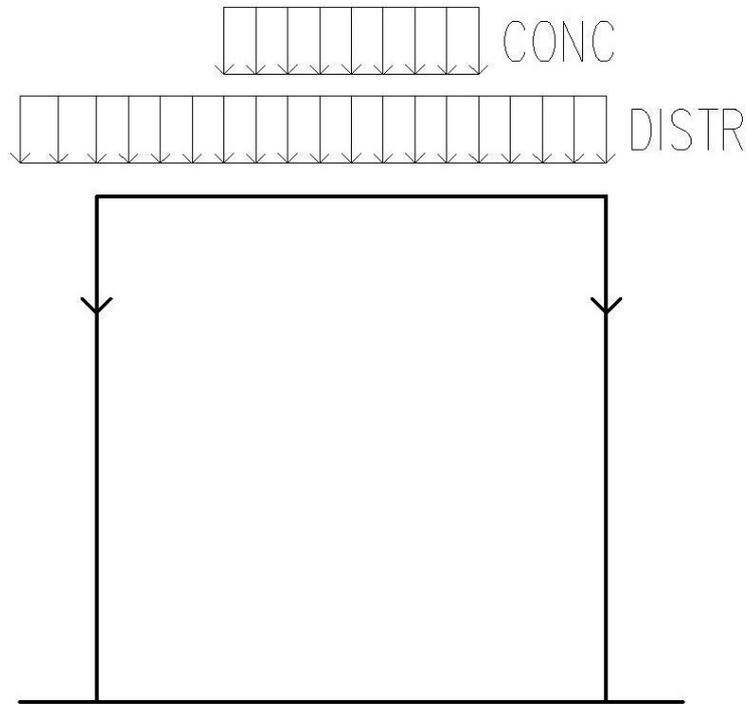
considerando lo sviluppo del carico sul rilevato:



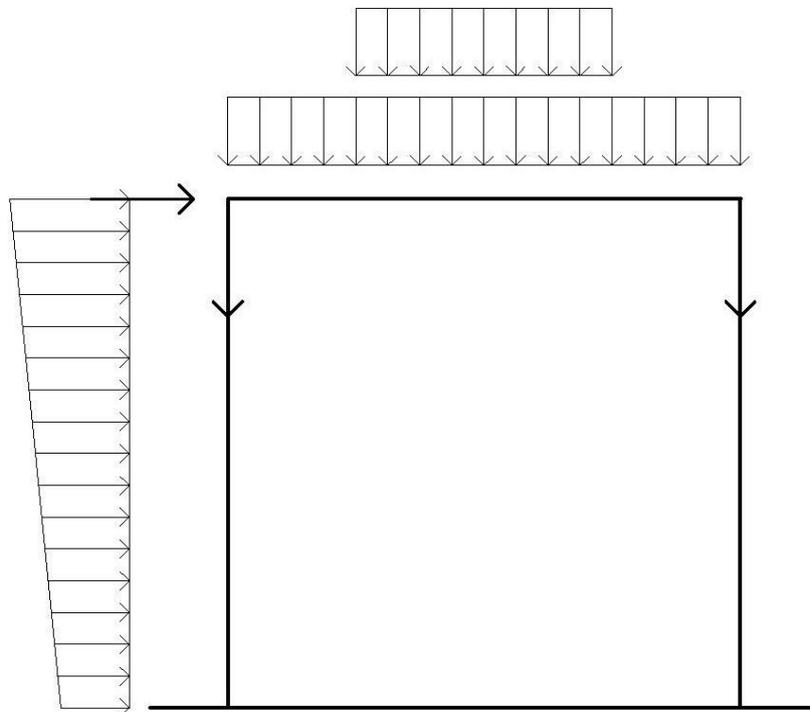
APPROVATO SDP

	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX2000000100	REV. A00	FOGLIO 26 di 115
--	----------------------------	--	-------------	---------------------

CDC9      massimizzazione del momento flettente all'incastro tra piedritto e soletta superiore (2)



considerando lo sviluppo del carico sul rilevato:

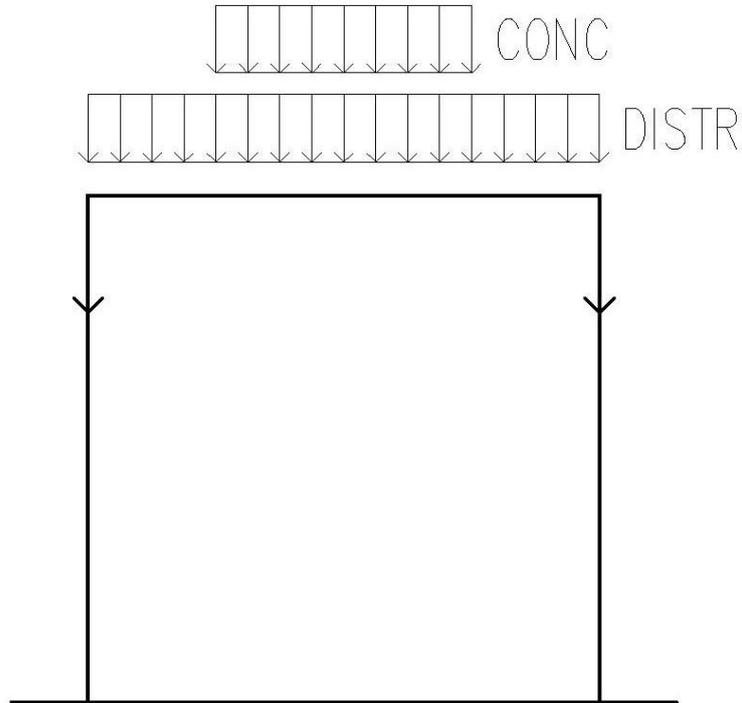


APPROVATO SDP

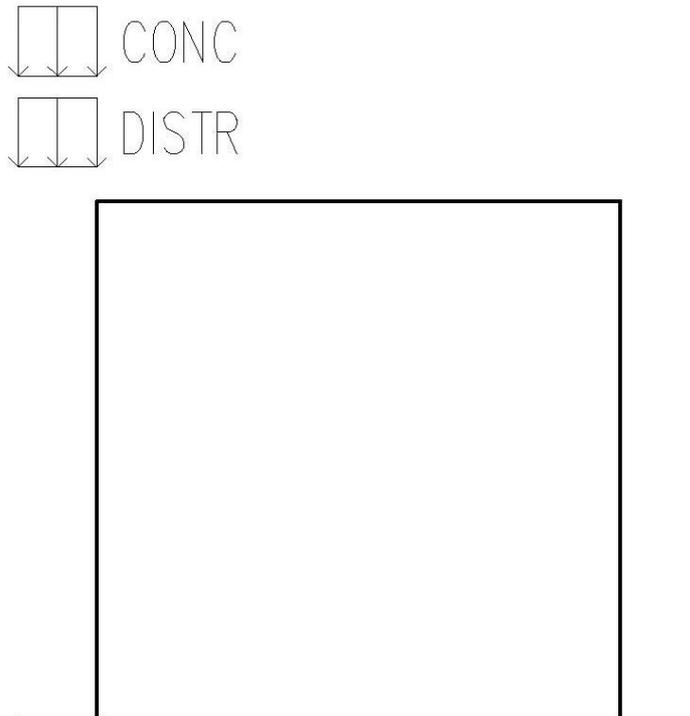
Società di Progetto  
Brebemi SpA




CDC10      massimizzazione del momento flettente nella mezzeria della soletta superiore



CDC11      massimizzazione del momento flettente nella mezzeria del piedritto

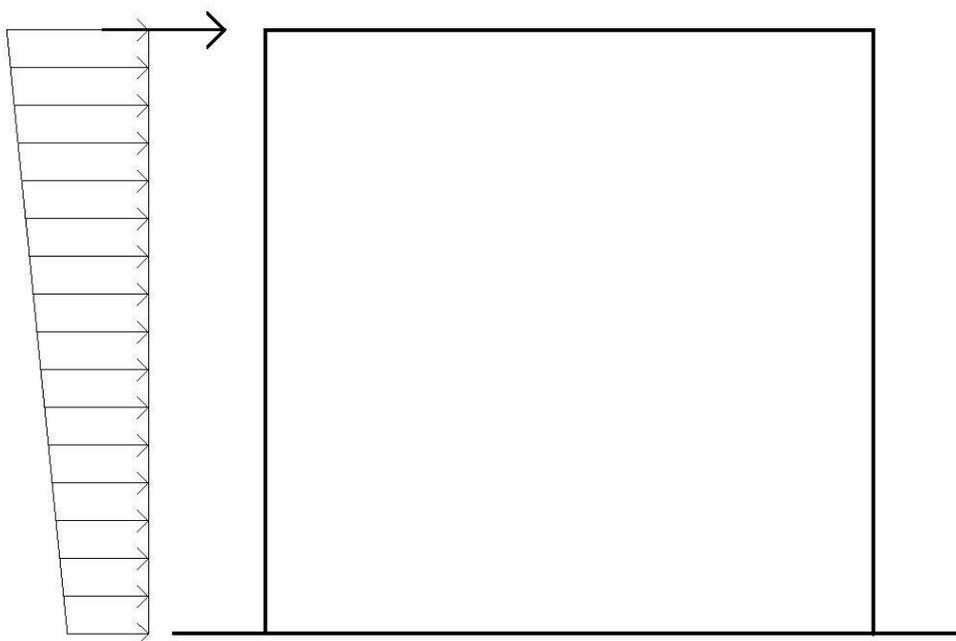


APPROVATO SDP

considerando lo sviluppo del carico sul rilevato:

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**





Si considerano anche i contributi dei carichi agenti sulle porzioni di struttura non presenti nella modellazione ad elementi finiti con l'introduzione di opportune forze concentrate.

### 8.1.7 CdC 12-13: Azioni da traffico transitante all'interno della struttura scatolare

Non presenti.

### 8.1.8 CdC 14-15: Frenatura

Il carico frenante di normativa ( $q_3$ , paragrafo 5.1.3.5 delle NT) è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1, il quale viene ripartito sulla larghezza collaborante (L) e sulla larghezza dello scatolare:

$$q_3 = 0.60 \times 2 \times Q_{1k} + 0.10 \times q_{1k} \times w_1 \times L =$$

$$= 0.60 \times 2 \times [2 \times 150] + 0.10 \times 9 \times 3 \times 9.2 = 384.84 \text{ kN.}$$

L'azione di cui sopra, viene distribuita sulla soletta superiore dello scatolare.

Il valore della frenatura equivalente da applicare alla soletta si ottiene considerando che il carico di frenatura è applicato sulla larghezza della corsia e sulla lunghezza L:

$$L_{fl} = 3.00 + 2 \times (0.15 + 0.35 \times \text{tg}35 + 0.65/2) = 4.440 \text{ m.}$$

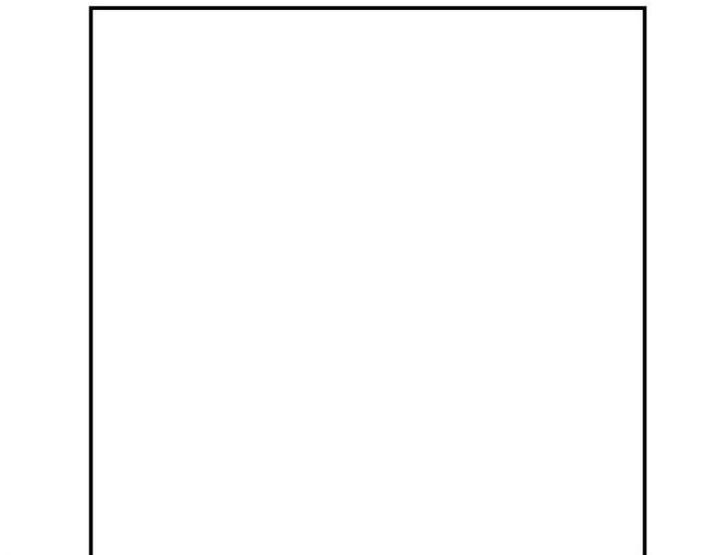
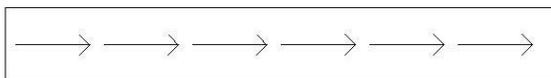
$$L_{ft} = 9.20 + 2 \times (0.15 + 0.35 \times \text{tg}35 + 0.65/2) = 10.640 \text{ m.}$$

Si ottiene pertanto il seguente valore di azione uniformemente distribuita sulla soletta superiore:

$$q_{3,dis} = 8.146 \text{ kN/m}^2.$$

Si considerano due condizioni di carico:

CDC14 frenatura agente dal lato sinistro al lato destro dello scatolare



CDC15 frenatura agente dal lato destro al lato sinistro dello scatolare.

### 8.1.9 CdC 16-17: Azione sismica

I parametri sismici di progetto sono stati assunti da quanto contenuto nella relazione sismica di progetto esecutivo.

Si ha:

STATO LIMITE	$a_g$ (g)	$F_0$ (-)	$T^*_c$ (g)
SALVAGUARDIA VITA	0.183	2.452	0.287

APPROVATO SDP

Con riferimento allo SLV la componente orizzontale dell'accelerazione sismica equivalente da applicare per metodi di calcolo pseudo-statici risulta pari a:

$$S_S = 1.43 \quad (\text{terreno categoria tipo C})$$

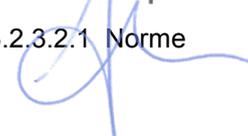
$$a_{\max} = S_S * S_T * a_g = 1.43 * 1.00 * 0.184 \text{ g} = 0.263 \text{ g}$$

Dove:

$S_S$ : coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (par.3.2.3.2.1 Norme Tecniche per le Costruzioni);

$S_T$ : coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione topografica (par.3.2.3.2.1 Norme Tecniche per le Costruzioni).

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX2000000100	REV. A00	FOGLIO 30 di 115
--	----------------------------	--	-------------	---------------------

In virtù di quanto sopra esposto si ricava il coefficiente sismico orizzontale:

$$k_h = a_{\max} / g = 0.263$$

Il coefficiente sismico verticale risulta invece:

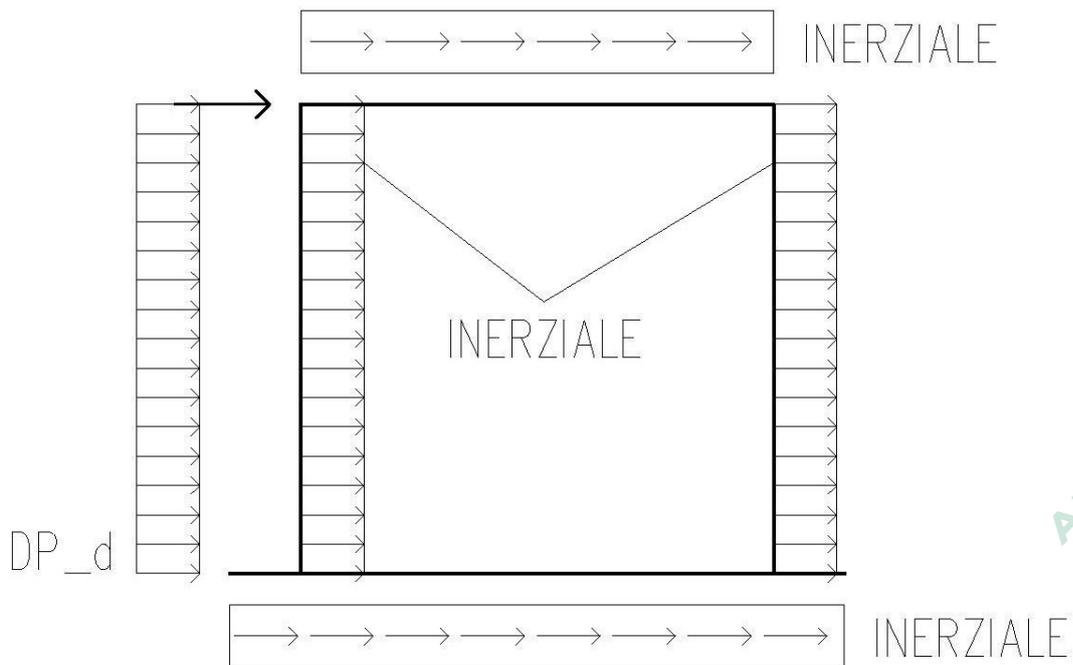
$$k_v = 0.5 k_h = 0.132$$

Nel caso di sisma orizzontale si considera, oltre alle componenti inerziali, l'incremento di spinta del terreno  $\Delta P_d$  dovuta al sisma.

Per la condizione a riposo (teoria di Wood):

$$\Delta P_{d,distribuito} = \beta_m S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 38.942.$$

Si riporta lo schema considerato per il sisma orizzontale:



Nel caso di sisma verticale, rappresentato dalla CDC17, si considerano le sole componenti inerziali rivolte verso il basso.

### 8.1.10 CdC 18-21: Azioni termiche

Si considerano gli effetti dovuti alle variazioni termiche.

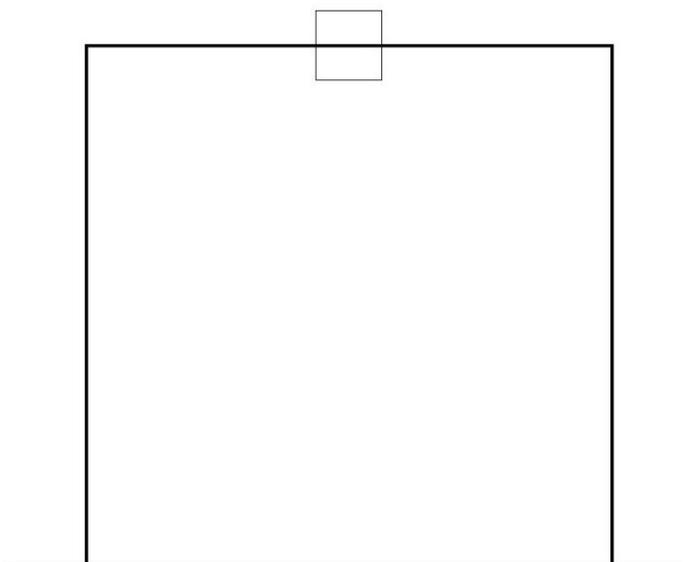
Il coefficiente di dilatazione termica è assunto pari a:

$$\alpha = 10 \cdot 10^{-6} = 0.00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

In particolare, si considera:

CDC18 una variazione termica uniforme di  $-10^\circ\text{C}$  sulla soletta superiore  
dunque:  $\varepsilon = \alpha \Delta t = -10^{-4}$ .

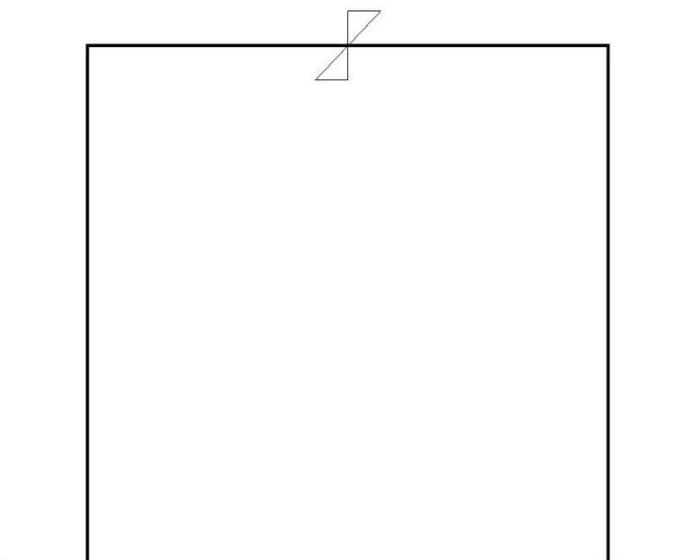
CDC19 una variazione termica uniforme di  $+10^\circ\text{C}$  sulla soletta superiore  
dunque:  $\varepsilon = \alpha \Delta t = +10^{-4}$ .



APPROVATO SDP

CDC20 un salto termico di  $5^\circ\text{C}$ , lineare nello spessore della soletta superiore,  
estradosso più caldo dell'intradosso

CDC21 un salto termico di  $5^\circ\text{C}$ , lineare nello spessore della soletta superiore,  
intradosso più caldo dell'estradosso.



### 8.1.11 CdC 22: Ritiro

Si considera soggetta a fenomeni di ritiro la sola soletta superiore.

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

dove:

- $\varepsilon_{cs}$  deformazione totale per ritiro
- $\varepsilon_{cd}$  deformazione per ritiro da essiccamento
- $\varepsilon_{ca}$  deformazione per ritiro autogeno.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h^* \varepsilon_{c0}$$

può essere valutato mediante i valori delle seguenti Tab. 11.2.Va-b (NTC) in funzione della resistenza caratteristica a compressione, dell'umidità relativa e del parametro  $h_0$ :

Tabella 11.2.Va – Valori di  $\varepsilon_{c0}$

$f_{ck}$	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	Umidità relativa (in ‰)					
	20	40	60	80	90	100
20	-0,62	-0,58	-0,49	-0,30	-0,17	+0,00
40	-0,48	-0,46	-0,38	-0,24	-0,13	+0,00
60	-0,38	-0,36	-0,30	-0,19	-0,10	+0,00
80	-0,30	-0,28	-0,24	-0,15	-0,07	+0,00

Tabella 11.2.Vb – Valori di  $k_h$

$h_0$ (mm)	$k_h$
100	1,0
200	0,85

	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	65331-SOAX2-A00	04RCEI11SOAX2000000100	A00	33 di 115

300	0,75
≥500	0,70

Con  $h_0$  rapporto tra il doppio dell'area di calcestruzzo ed il perimetro esposto all'aria.

I valori intermedi dei parametri indicati in tabella si ottengono per l'interpolazione lineare.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno  $\varepsilon_{ca,\infty}$  può essere valutato mediante l'espressione:

$$\varepsilon_{ca,\infty} = -2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} \quad (\text{con } f_{ck} \text{ in N/mm}^2)$$

Assumendo come umidità relativa  $U_r = 70\%$ , si ottiene:

$$\varepsilon_{cs} = 0.000335.$$

## 8.2 Combinazioni di riferimento

Si procede alla combinazione delle Condizioni Di Carico illustrate in precedenza ai fini di massimizzare le sollecitazioni della struttura scatolare.

Per i coefficienti impiegati nelle combinazioni si fa di seguito riferimento a quanto riportato nelle NT.

Si elencano le combinazioni, con la relativa sollecitazione massimizzata:

- CMB1] – CMB4] --> Minimo momento flettente incastro piedritto- soletta superiore (1)
- CMB5] – CMB8] --> Minimo momento flettente incastro piedritto- soletta superiore (2)
- CMB9] --> Massimo momento flettente mezzeria soletta superiore
- CMB10] --> Minimo momento flettente mezzeria soletta superiore
- CMB11] --> Massimo momento flettente mezzeria piedritto
- CMB12] – CMB15] --> Massimo momento flettente mezzeria soletta inferiore
- CMB16] – CMB19] --> Minimo momento flettente mezzeria soletta inferiore
- CMB20] --> Minimo momento flettente incastro piedritto- soletta inferiore
- CMB21] – CMB24] --> Combinazione sismica con condizioni termiche che variano.

Si procede ora alla definizione delle combinazioni secondo combinazione 1 (A1) delle NT: per i coefficienti si fa riferimento alle tabelle 5.1.IV, 5.1.V, 5.1.VI riportate di seguito.

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
(*) Ponti di 3 <sup>a</sup> categoria (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana) (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

APPROVATO SDP

**Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

**Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento $q_5$	Vento a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve $q_5$	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Per quanto concerne le combinazioni agli SLU si fa riferimento alle seguenti tabelle:

 Società di Progetto  
Brebemi SpA



		SLU_CMB1Fond_			SLU_CMB2Fond_			SLU_CMB3Fond_			SLU_CMB4Fond_		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC3	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC7	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Q1	CDC8	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01
Q1	CDC13	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01
	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC15	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01
	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20
R	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20
	CDC22	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20

		SLU_CMB5Fond_			SLU_CMB6Fond_			SLU_CMB7Fond_			SLU_CMB8Fond_		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC3	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC7	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01
Q1	CDC13	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01
	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC15	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01
	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20
R	CDC22	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20

		SLU_CMB9Fond_			SLU_CMB10Fond_			SLU_CMB11Fond_			SLU_CMB12Fond_		
		uno	due	tre	uno	due	tre	uno	due	tre	uno	due	tre
G	CDC1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC3	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00
	CDC5	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC7	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	1.35	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.72	0.72	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	1.20
	CDC19	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.00	0.00	0.00
	CDC20	0.72	0.72	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	1.20
	CDC21	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.00	0.00	0.00
R	CDC22	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20

		SLU_CMB13Fond_			SLU_CMB14Fond_			SLU_CMB15Fond_			SLU_CMB16Fond_		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC3	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35
	CDC6	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC7	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.01	1.01
	CDC11	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00

Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00
	CDC13	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	1.20
	CDC20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	1.20
R	CDC22	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20

		SLU_CMB17Fond_			SLU_CMB18Fond_			SLU_CMB19Fond_			SLU_CMB20Fond_		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
	CDC3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35
	CDC5	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00
	CDC7	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.01	1.01
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00
	CDC13	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00	1.01	1.35	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.01	1.01
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	1.20
	CDC19	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.00	0.00	0.00
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	1.20
	CDC21	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.00	0.00	0.00
R	CDC22	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20	0.72	0.72	1.20

		SLU_CMB21	SLU_CMB22
		Sismica	Sismica
G	CDC1	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00

	CDC6	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00
E	CDC16	1.00	1.00
	CDC17	0.30	0.30
Q3 T	CDC18	0.50	0.00
	CDC19	0.00	0.50
	CDC20	0.00	0.00
	CDC21	0.00	0.00
R	CDC22	0.50	0.50

Per quanto concerne le combinazioni agli SLE Rara si fa riferimento alle seguenti tabelle:

		SLE_CMB1_Rara			SLE_CMB2_Rara			SLE_CMB3_Rara			SLE_CMB4_Rara		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00
R	CDC22	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00

		SLE_CMB5_Rara			SLE_CMB6_Rara			SLE_CMB7_Rara			SLE_CMB8_Rara		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00
R	CDC22	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00

		SLE_CMB9_Rara			SLE_CMB10_Rara			SLE_CMB11_Rara			SLE_CMB12_Rara		
		uno	due	tre	uno	due	tre	uno	due	tre	uno	due	tre
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Q3 T	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC18	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00
	CDC19	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC20	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00
	CDC21	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00
R	CDC22	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00

		SLE_CMB13_Rara			SLE_CMB14_Rara			SLE_CMB15_Rara			SLE_CMB16_Rara		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.75	0.75
	CDC11	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00
	CDC20	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00
R	CDC22	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00

		SLE_CMB17_Rara			SLE_CMB18_Rara			SLE_CMB19_Rara			SLE_CMB20_Rara		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
	CDC5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.75	0.75
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	CDC10	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.75	0.75
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00
	CDC19	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60	1.00
	CDC21	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00
R	CDC22	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00	0.60	0.60	1.00

Per quanto concerne le combinazioni agli SLE Frequente si fa riferimento alle seguenti tabelle:

		SLE_CMB1_Freq			SLE_CMB2_Freq			SLE_CMB3_Freq			SLE_CMB4_Freq		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60
R	CDC22	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60



		SLE_CMB5_Freq			SLE_CMB6_Freq			SLE_CMB7_Freq			SLE_CMB8_Freq		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60
R	CDC22	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60

		SLE_CMB9_Freq			SLE_CMB10_Freq			SLE_CMB11_Freq			SLE_CMB12_Freq		
		uno	due	tre	uno	due	tre	uno	due	tre	uno	due	tre
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.50	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.60
	CDC19	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00
	CDC20	0.50	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.60
	CDC21	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00
R	CDC22	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60

		SLE_CMB13_Freq			SLE_CMB14_Freq			SLE_CMB15_Freq			SLE_CMB16_Freq		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
	CDC11	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.60
	CDC20	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.60
R	CDC22	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60

		SLE_CMB17_Freq			SLE_CMB18_Freq			SLE_CMB19_Freq			SLE_CMB20_Freq		
		uno	due	tre									
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
	CDC5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.60
	CDC19	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.60

	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	65331-SOAX2-A00	04RCEI11SOAX2000000100	A00	45 di 115

	CDC21	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00
R	CDC22	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60	0.50	0.50	0.60

Per quanto concerne le combinazioni agli SLE Quasi Permanente si fa riferimento alle seguenti tabelle:

		SLE_CMB1_Qp	SLE_CMB2_Qp	SLE_CMB3_Qp	SLE_CMB4_Qp
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC19	0.50	0.50	0.50	0.50
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.50	0.50	0.50	0.50
R	CDC22	0.50	0.50	0.50	0.50

		SLE_CMB5_Qp	SLE_CMB6_Qp	SLE_CMB7_Qp	SLE_CMB8_Qp
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.00

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	CDC19	0.50	0.50	0.50	0.50
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC21	0.50	0.50	0.50	0.50
R	CDC22	0.50	0.50	0.50	0.50

		SLE_CMB9_Qp	SLE_CMB10_Qp	SLE_CMB11_Qp	SLE_CMB12_Qp
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	0.00	1.00	0.00	1.00
	CDC4	0.00	0.00	1.00	0.00
	CDC5	1.00	0.00	0.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.50	0.00	0.00	0.50
	CDC19	0.00	0.50	0.50	0.00
	CDC20	0.50	0.00	0.00	0.50
	CDC21	0.00	0.50	0.50	0.00
R	CDC22	0.50	0.50	0.50	0.50

		SLE_CMB13_Qp	SLE_CMB14_Qp	SLE_CMB15_Qp	SLE_CMB16_Qp
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	1.00	1.00	1.00	0.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC5	0.00	0.00	0.00	1.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00

APPROVATO SDP

	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.50	0.50	0.50	0.00
	CDC19	0.00	0.00	0.00	0.50
	CDC20	0.50	0.50	0.50	0.00
	CDC21	0.00	0.00	0.00	0.50
	R	CDC22	0.50	0.50	0.50

		SLE_CMB17_Qp	SLE_CMB18_Qp	SLE_CMB19_Qp	SLE_CMB20_Qp
G	CDC1	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC2	1.00	1.00	1.00	1.00
	CDC3	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC4	0.00	0.00	0.00	1.00
	CDC5	1.00	1.00	1.00	0.00
	CDC6	1.00	1.00	1.00	0.00
	CDC7	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	CDC8	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC9	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC10	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC11	0.00	0.00	0.00	0.00
Q2	CDC12	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC13	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1	CDC14	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC15	0.00	0.00	0.00	0.00
E	CDC16	0.00	0.00	0.00	0.00
	CDC17	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 T	CDC18	0.00	0.00	0.00	0.50
	CDC19	0.50	0.50	0.50	0.00
	CDC20	0.00	0.00	0.00	0.50
	CDC21	0.50	0.50	0.50	0.00
R	CDC22	0.50	0.50	0.50	0.50

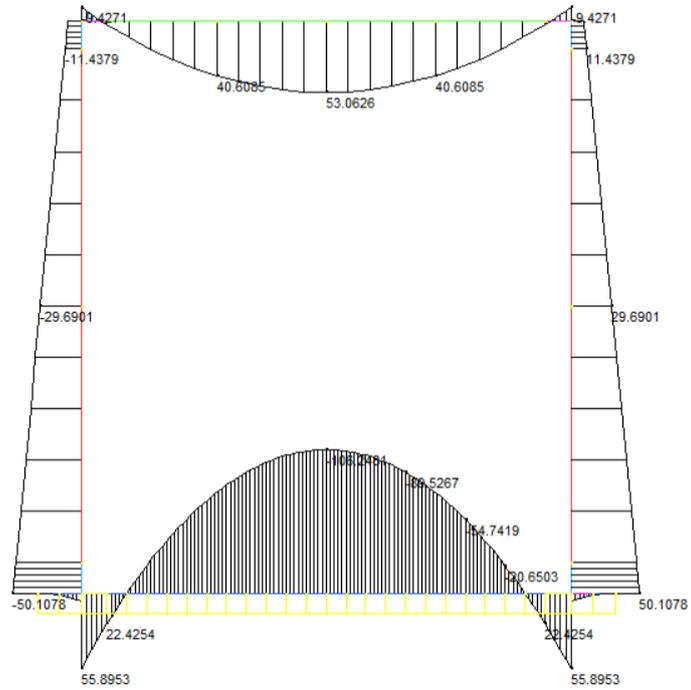
APPROVATO SDP

### 8.3 Sollecitazioni di riferimento

Si riportano le sollecitazioni (in termini di momento flettente) in riferimento a ciascuna condizione elementare di carico al loro valore caratteristico.

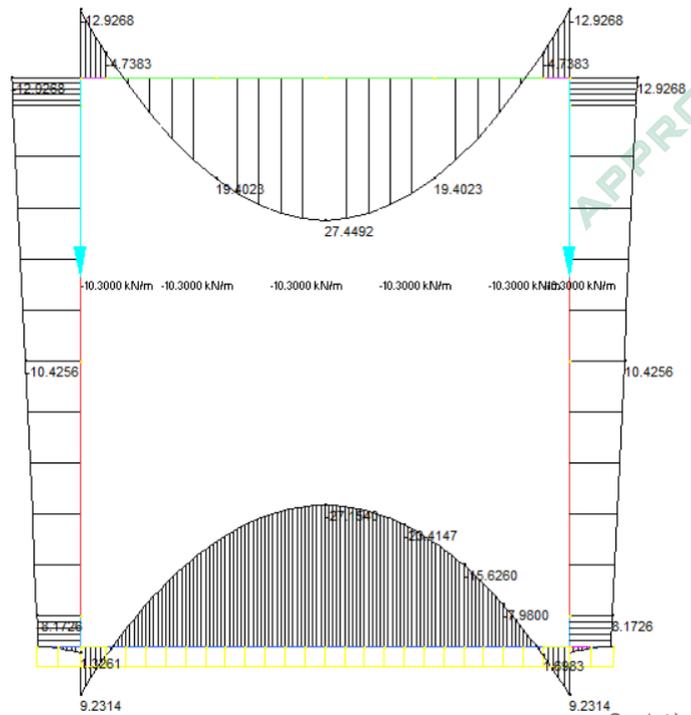
### 8.3.1 CDC1: Peso proprio

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-106.2481	55.8953
	[Bm:28]	[Bm:3]



### 8.3.2 CDC2: Permanenti portati

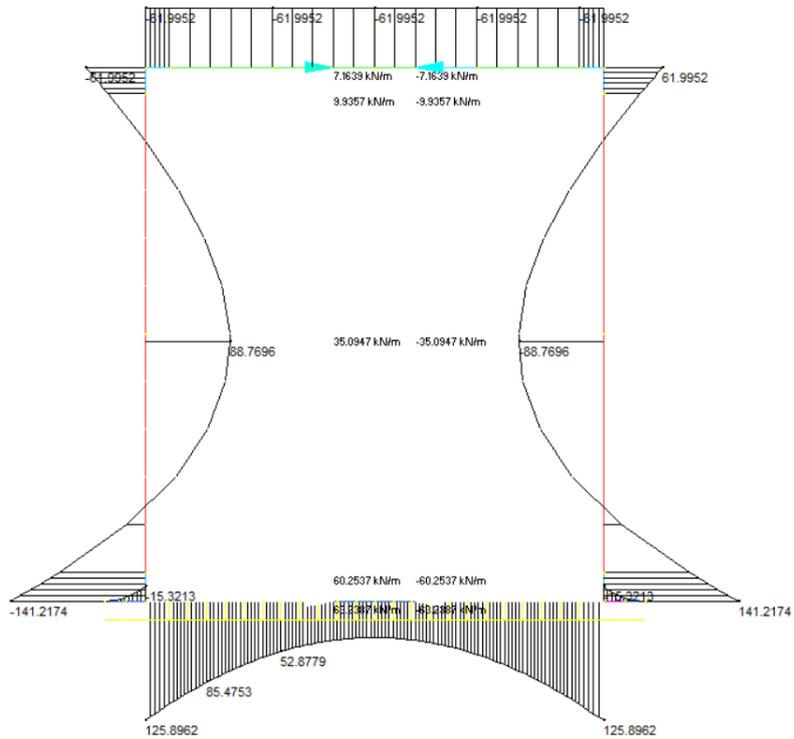
	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-27.1540	27.4492
	[Bm:27]	[Bm:10]



APPROVATO SDP

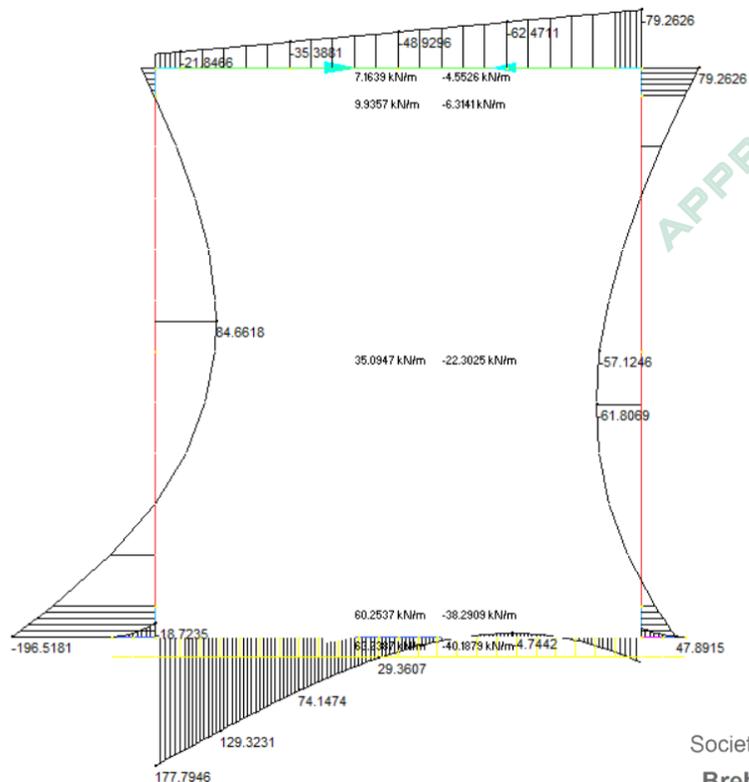
### 8.3.3 CDC3: Spinta a riposo simmetrica

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-141.2174	141.2174
	[Bm.2]	[Bm.4]



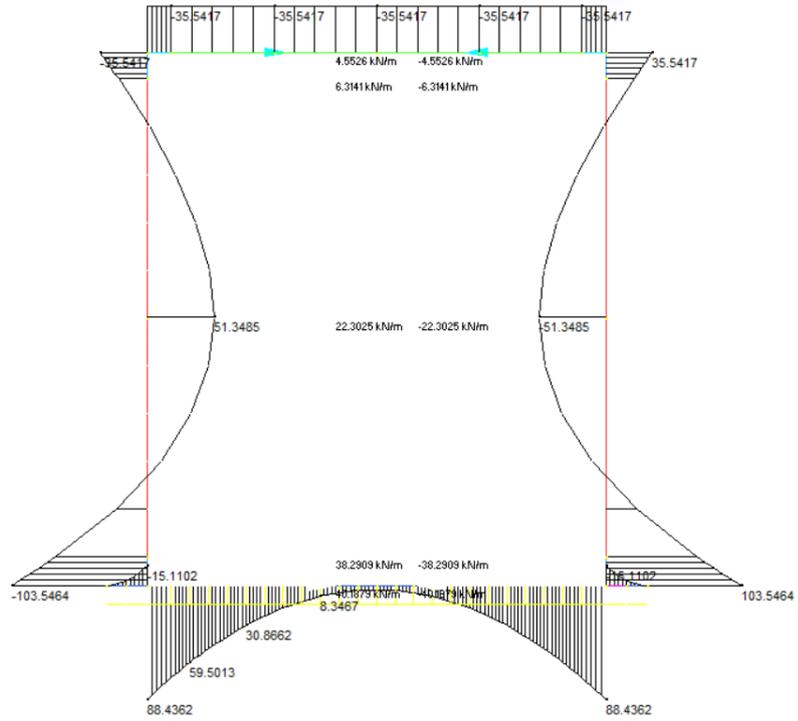
### 8.3.4 CDC4: Spinta a riposo sinistra attiva destra

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-196.5181	177.7946
	[Bm.2]	[Bm.1]



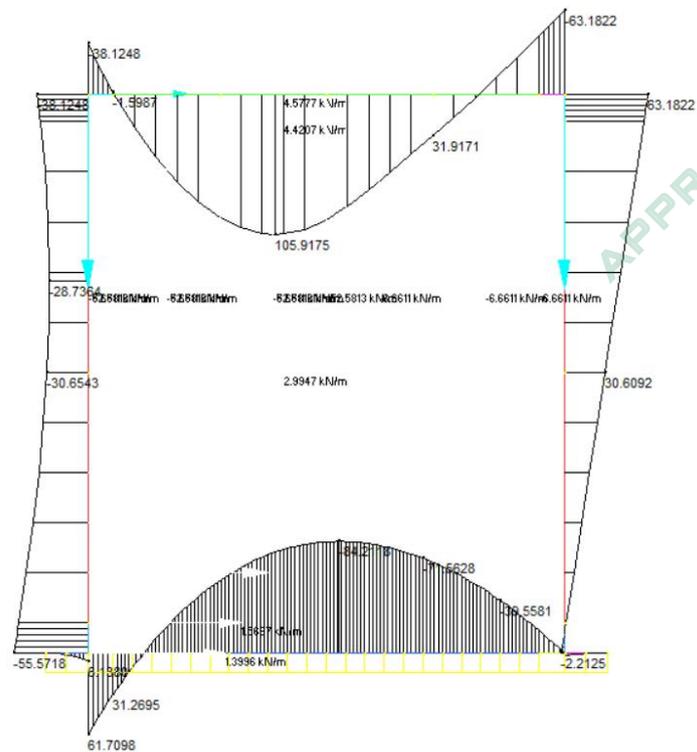
### 8.3.5 CDC5: Spinta attiva simmetrica

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-103.5464	103.5464
	[Bm.2]	[Bm.4]



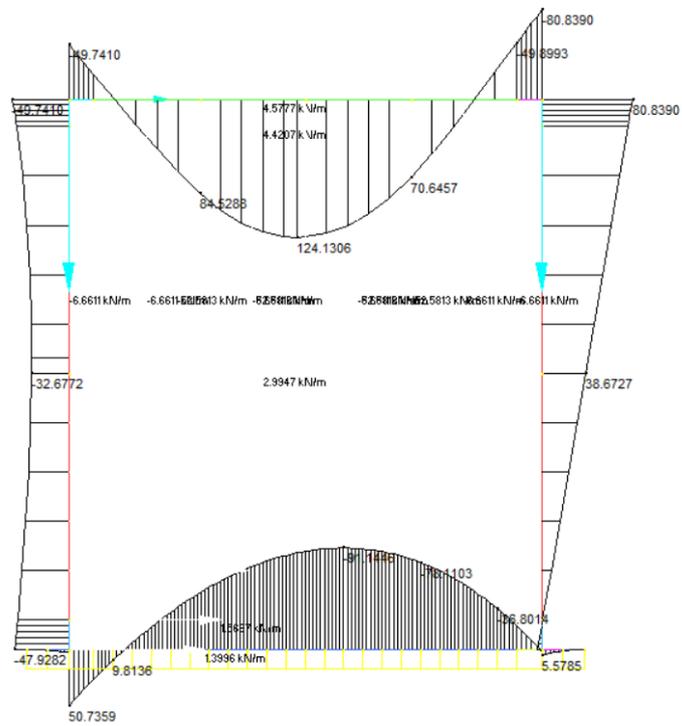
### 8.3.6 CDC8: Accidentali da traffico M- incastro piedritto sol sup (1)

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-84.2118	105.9175
	[Bm.28]	[Bm.10]



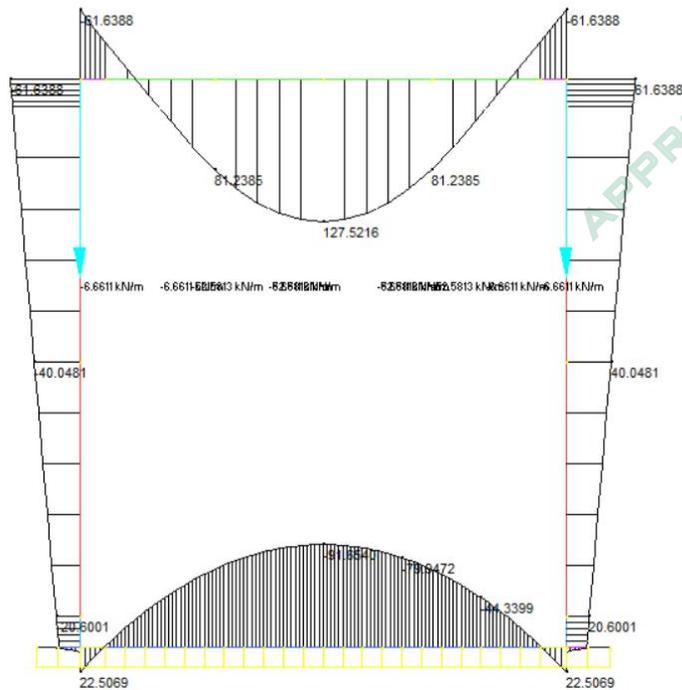
### 8.3.7 CDC9: Accidentali da traffico M- incastro piedritto sol sup (2)

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-91.1446	124.1306
	[Bm.29]	[Bm.10]



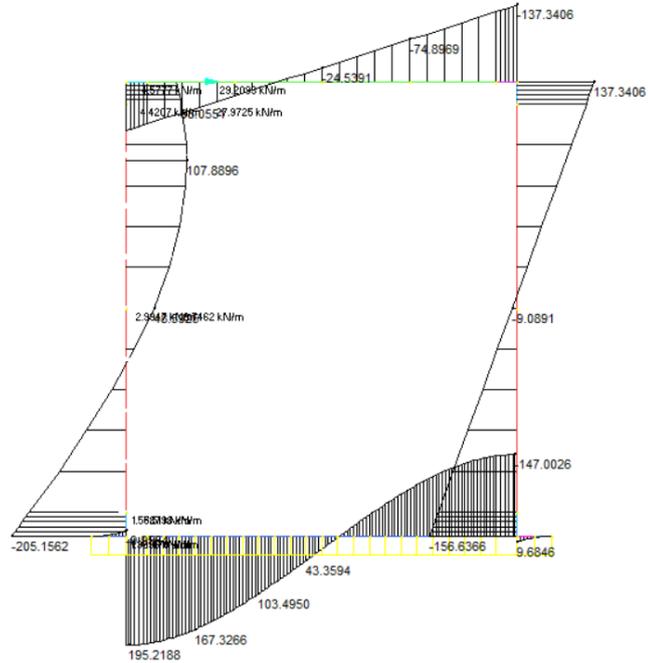
### 8.3.8 CDC10: Accidentali da traffico M+ sol sup

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-91.6540	127.5216
	[Bm.28]	[Bm.10]



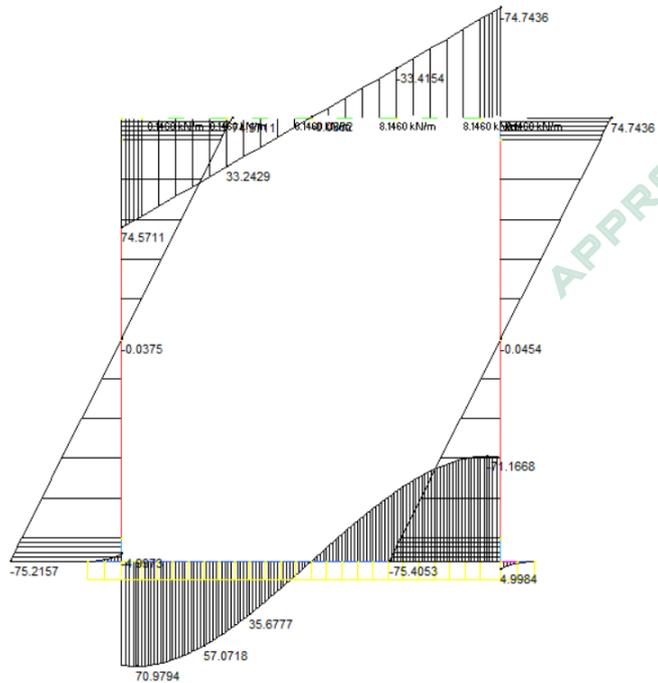
### 8.3.9 CDC11: Accidentali da traffico M+ piedritto

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-205.1562	195.2188
	[Bm.2]	[Bm.1]



### 8.3.10 CDC14: Accidentali da traffico frenatura sx-dx

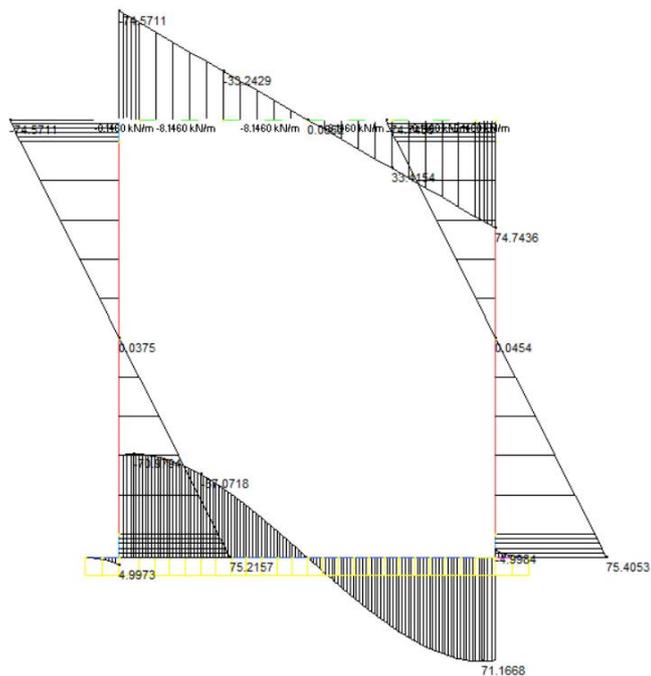
	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-75.4053	74.7436
	[Bm.4]	[Bm.8]



APPROVATO SDP

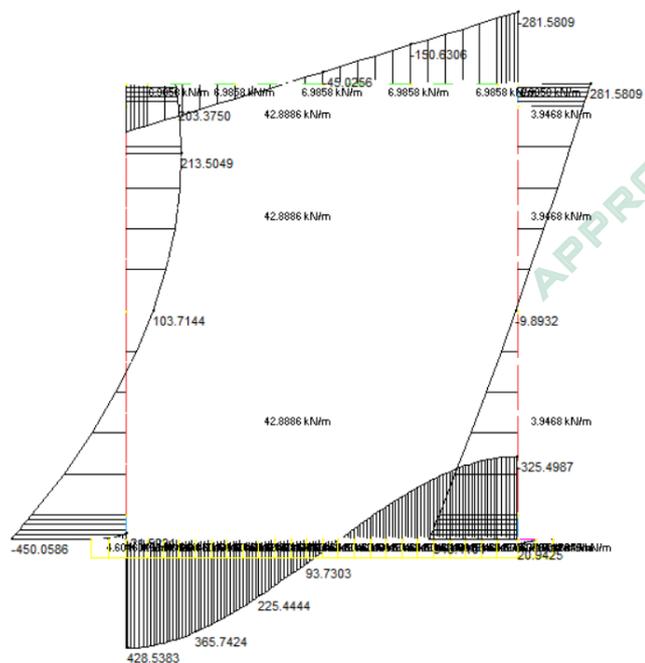
### 8.3.11 CDC15: Accidentali da traffico frenatura dx-sx

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-74.7436	75.4053
[Bm.8]	[Bm.8]	[Bm.4]



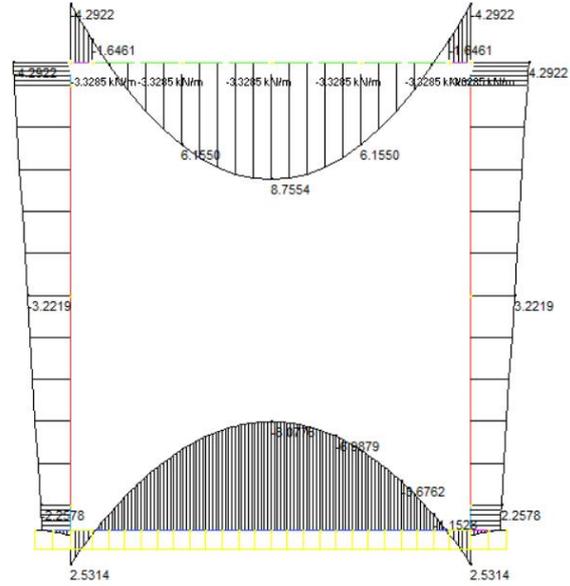
### 8.3.1 CDC16: Sisma permanenti orizzontali

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-450.0586	428.5383
[Bm.2]	[Bm.2]	[Bm.1]



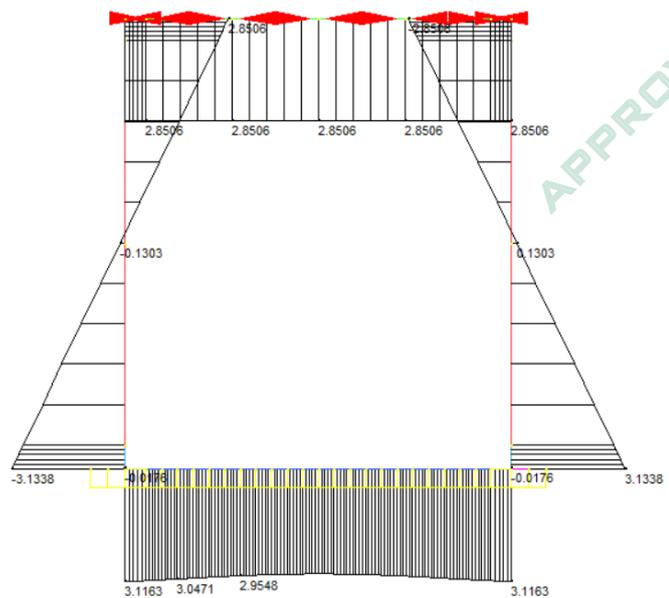
### 8.3.2 CDC17: Sisma permanenti verticali

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-8,0776	8,7554
	[Bm.28]	[Bm.11]



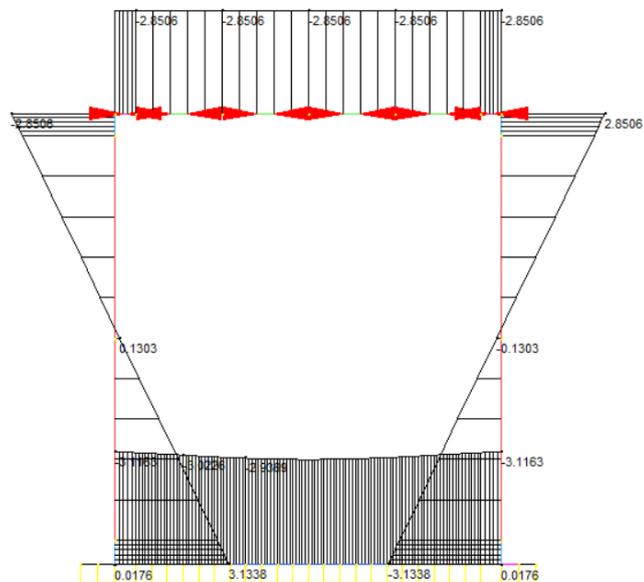
### 8.3.3 CDC18: Variazione termica uniforme sol sup (1)

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-3,1338	3,1338
	[Bm.2]	[Bm.4]



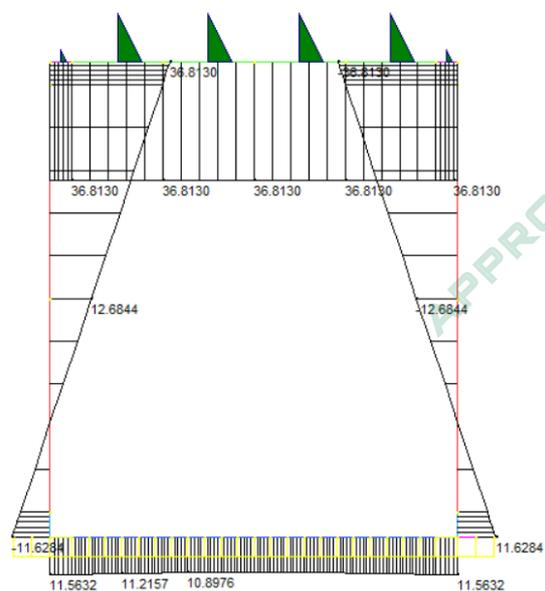
### 8.3.4 CDC19: Variazione termica uniforme sol sup (2)

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-3.1338	3.1338
	[Bm.4]	[Bm.2]



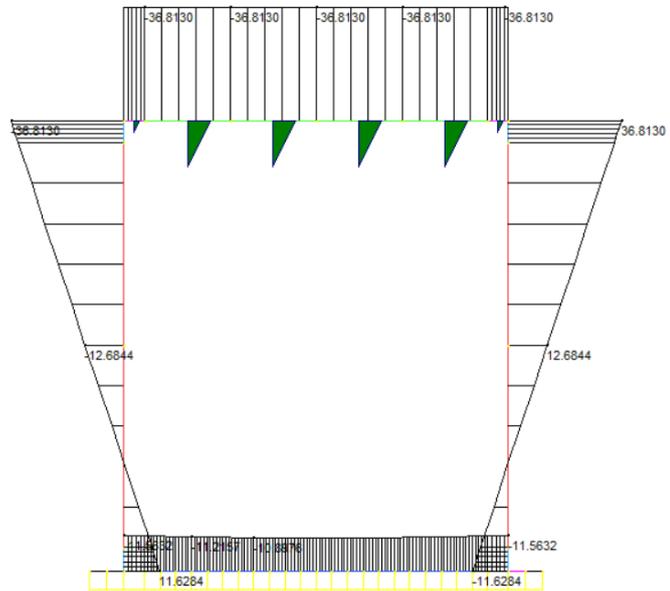
### 8.3.5 CDC20: Variazione termica lineare sol sup (1)

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-36.8130	36.8130
	[Bm.8]	[Bm.7]



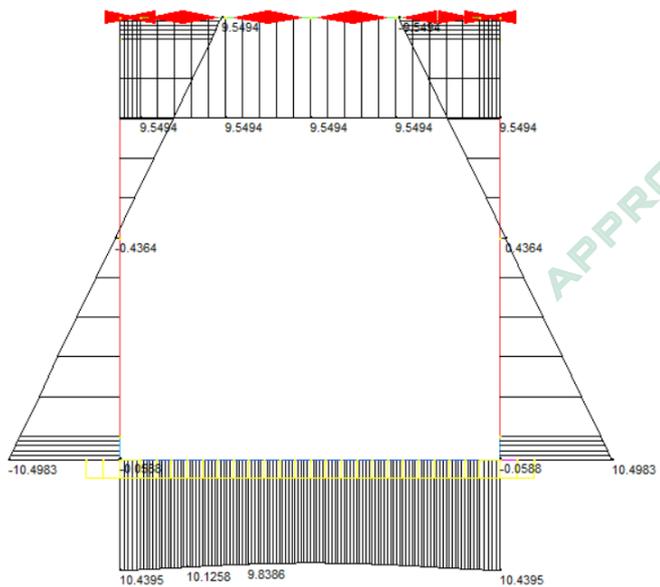
### 8.3.6 CDC21: Variazione termica lineare sol sup (2)

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-36.8130	36.8130
	[Bm.7]	[Bm.8]



### 8.3.7 CDC22: Ritiro

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-10.4983	10.4983
	[Bm.2]	[Bm.4]



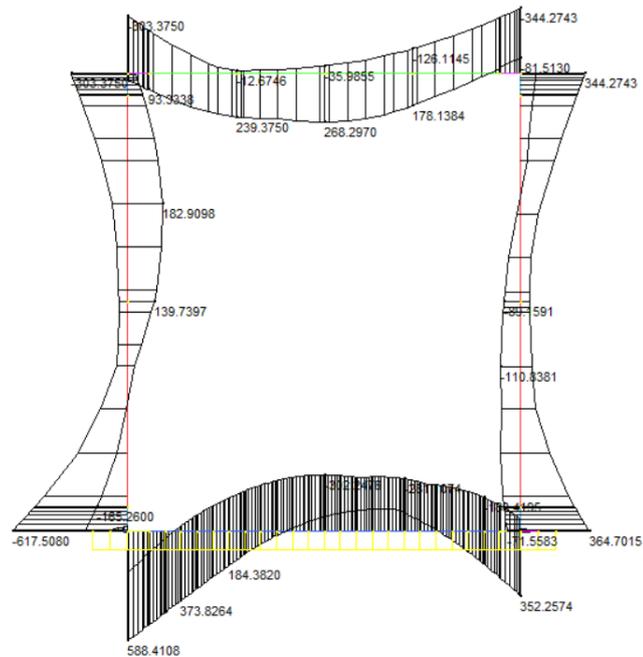
APPROVATO SDP

## 8.4 Sollecitazioni alla base delle verifiche degli elementi strutturali

### 8.4.1 Combinazioni di carico agli SLU

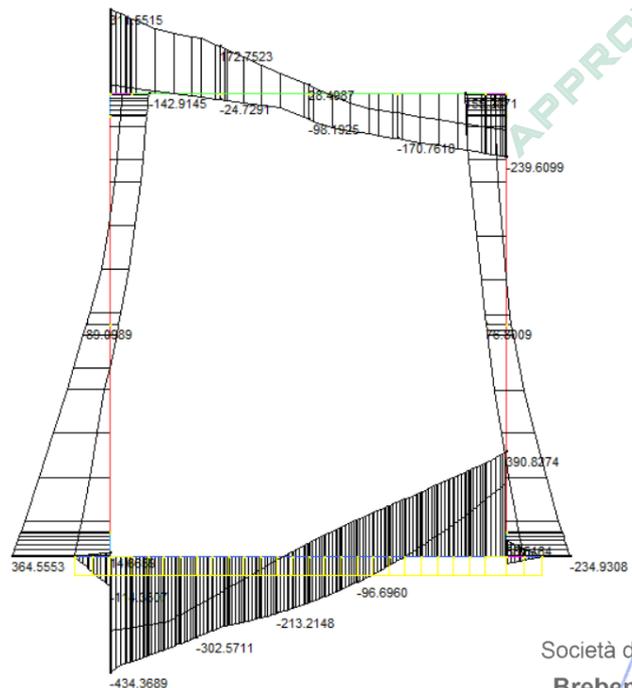
- Inviluppo sollecitazioni di momento flettente:

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-617.5080	588.4108
	[Bm.2]	[Bm.1]



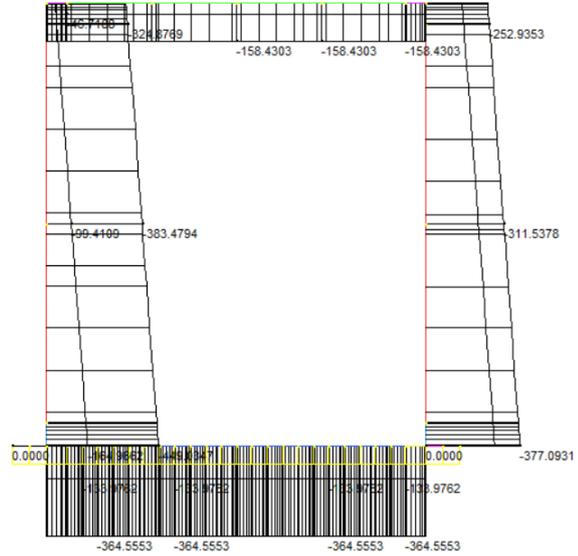
- Inviluppo sollecitazioni di taglio:

	MIN	MAX
SF2(kN)	-434.3689	390.8274
	[Bm.1]	[Bm.3]



- Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale:

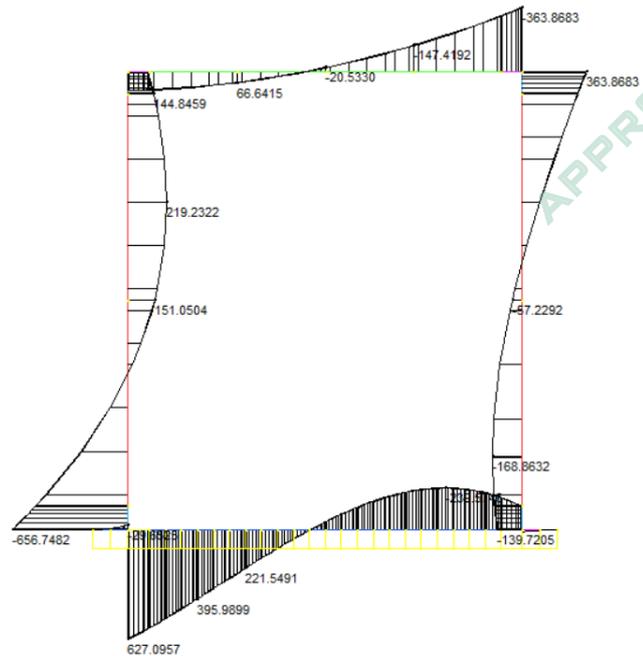
	MIN	MAX
Force(kN)	-449.0347	0.0000
	[Bm:2]	[Bm:39]



### 8.4.1 Combinazioni di carico sismiche agli SLV

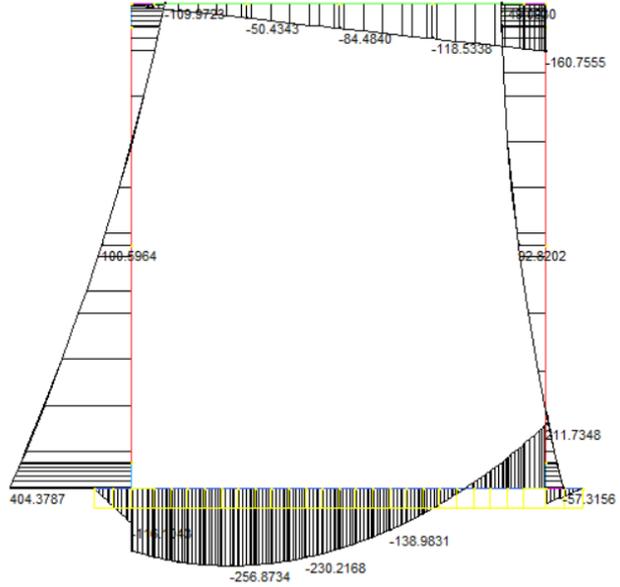
- Inviluppo sollecitazioni di momento flettente:

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-656.7482	627.0957
	[Bm:2]	[Bm:1]



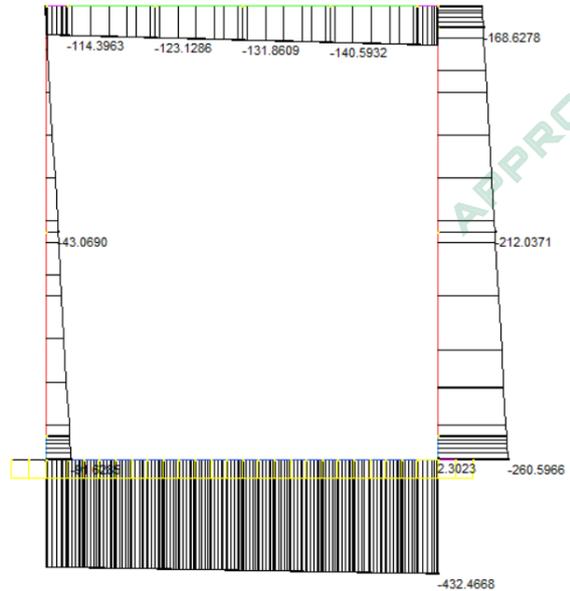
- Inviluppo sollecitazioni di taglio:

	MIN	MAX
SF2(kN)	-256.8734	404.3787
	[Bm.21]	[Bm.2]



- Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale:

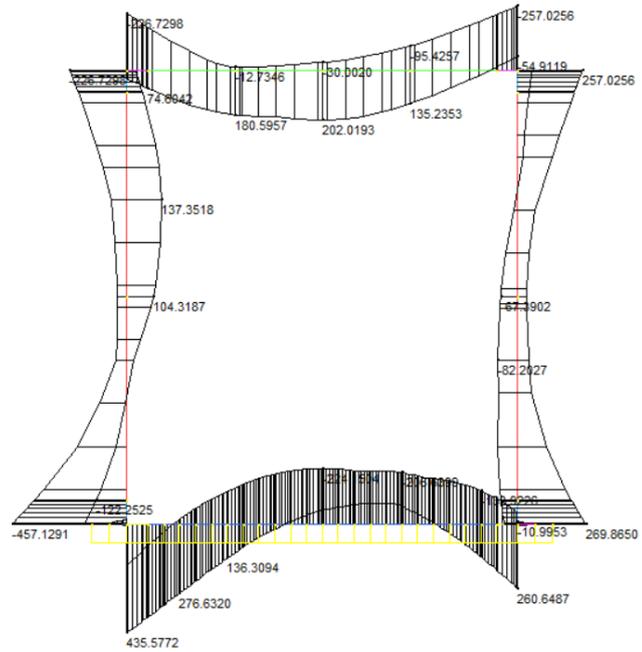
	MIN	MAX
Force(kN)	-432.4668	5.1226
	[Bm.3]	[Bm.6]



### 8.4.2 Combinazioni di carico agli SLE Rare

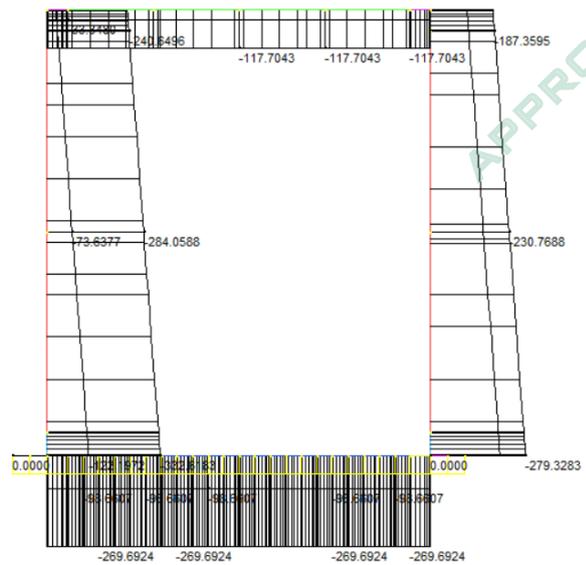
- Inviluppo sollecitazioni di momento flettente:

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-457.1291	435.5772
	[Bm.2]	[Bm.1]



- Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale:

	MIN	MAX
Force(kN)	-332.6183	0.0000
	[Bm.2]	[Bm.39]

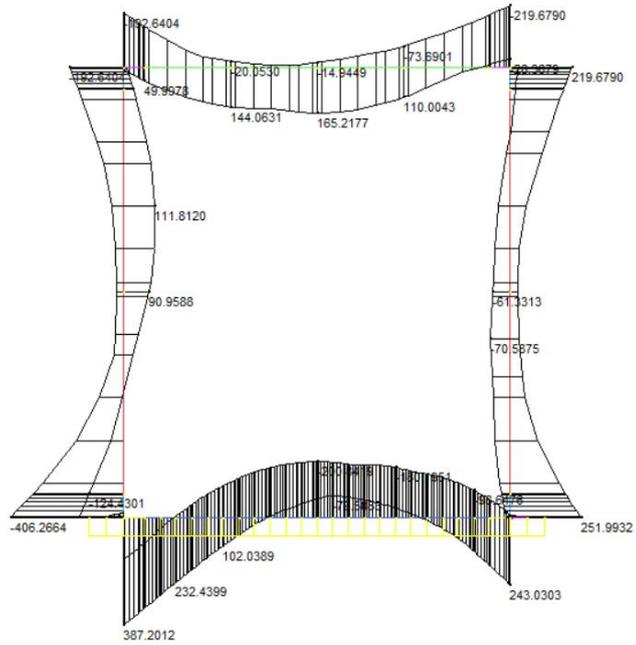


APPROVATO SDP

### 8.4.3 Combinazioni di carico agli SLE Frequenti

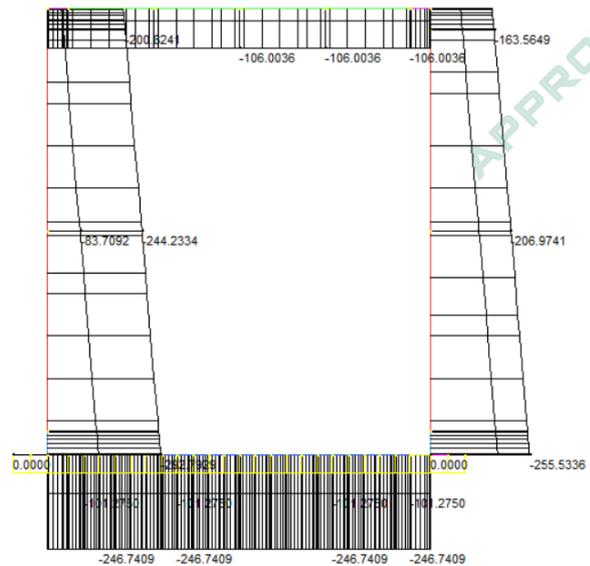
- Inviluppo sollecitazioni di momento flettente:

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-406.2664	387.2012
	[Bm.2]	[Bm.1]



- Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale:

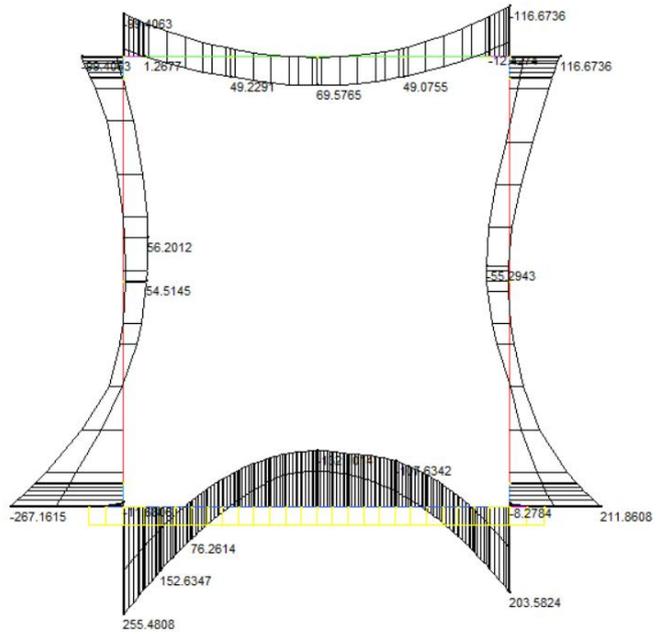
	MIN	MAX
Force(kN)	-292.7929	0.0000
	[Bm.2]	[Bm.39]



### 8.4.4 Combinazioni di carico agli SLE Quasi Permanenti

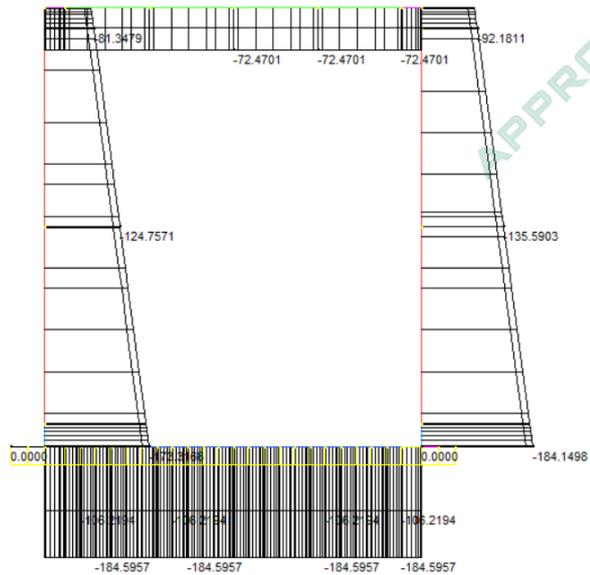
- Inviluppo sollecitazioni di momento flettente:

	MN	MAX
BM2(kN.m)	-267.1615	255.4808
[Bm:2]	[Bm:2]	[Bm:1]



- Inviluppo sollecitazioni di sforzo normale:

	MN	MAX
Force(kN)	-184.5957	0.0000
[Bm:19]	[Bm:19]	[Bm:39]

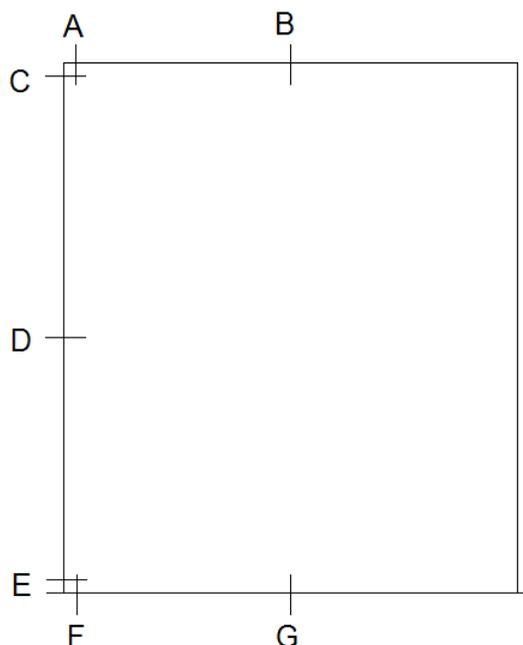


APPROVATO SDP

## 9. VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni per le aste più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

Le verifiche sono effettuate rispettivamente:



A] nella sezione di incastro soletta superiore-piedritto considerando le sollecitazioni attinenti al punto medio dello sviluppo del nodo in c.c.a. (verifiche flessionali agli SLU), ovvero le sollecitazioni a filo membrature (verifiche a taglio e verifiche flessionali agli SLE);

B] nella sezione di mezzeria soletta superiore;

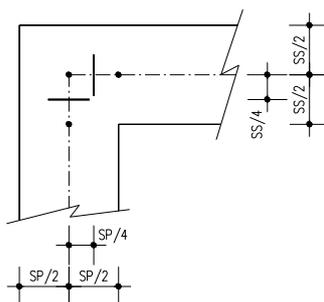
C] nella sezione di incastro piedritto-soletta superiore considerando le sollecitazioni attinenti al punto medio dello sviluppo del nodo in c.c.a. (verifiche flessionali agli SLU), ovvero le sollecitazioni a filo membrature (verifiche a taglio e verifiche flessionali agli SLE);

D] nella sezione di mezzeria del piedritto;

E] nella sezione di cambio piedritto-soletta inferiore considerando le sollecitazioni attinenti al punto medio dello sviluppo del nodo in c.c.a. (verifiche flessionali agli SLU), ovvero le sollecitazioni a filo membrature (verifiche a taglio e verifiche flessionali agli SLE);

F] nella sezione di incastro soletta inferiore-piedritto considerando le sollecitazioni attinenti al punto medio dello sviluppo del nodo in c.c.a. (verifiche flessionali agli SLU), ovvero le sollecitazioni a filo piedritto (verifiche a taglio e verifiche flessionali agli SLE);

G] nella sezione di mezzeria della soletta inferiore.



I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

Le verifiche sono condotte agli Stati Limite Ultimi ed agli Stati Limite di Esercizio di seguito riportati.

Agli Stati Limite Ultimi:

- Resistenza a sforzo normale e flessione (paragrafo 4.1.2.1.2 NTC);
- Resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti (paragrafo 4.1.2.1.3 NTC).

Agli Stati Limite di Esercizio:

- Verifica di fessurazione (paragrafo 4.1.2.2.4);
- Verifica delle tensioni in esercizio (paragrafo 4.1.2.2.5).

## 9.1 Criteri di verifica

### 9.1.1 Resistenza a sforzo normale e flessione

Si fa riferimento alle ipotesi di base riportate nel paragrafo 4.1.2.1.2.1 delle NT:

- Conservazione delle sezioni piane,
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo,
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla,
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione,
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima.

Per quanto concerne i materiali si adotta il diagramma di calcolo tensione-deformazione "parabola-rettangolo" per il calcestruzzo, elastico-perfettamente plastico per l'acciaio.

La verifica di resistenza si conduce confrontando  $M_{Rd}(N_{Ed})$  con  $M_{Ed}$  come indicato di seguito:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed},$$

dove:

- $M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ,  
 $N_{Ed}$  è il valore di calcolo della compressione assiale (sforzo normale) dell'azione,  
 $M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEII1SOAX200000100	REV. A00	FOGLIO 65 di 115
--	----------------------------	---	-------------	---------------------

## 9.1.2 Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

Si distingue tra elementi non armati a taglio (paragrafo 4.1.2.1.3.1 delle NT) ed elementi armati a taglio con staffe (paragrafo 4.1.2.1.3.2 delle NT).

### Elementi non armati a taglio

La verifica di resistenza si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove:

$V_{Rd}$  è il valore di calcolo della resistenza a taglio,

$V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \{0.18 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_C + 0.15 \sigma_{cp}\} b_w d \geq (u_{min} + 0.15 \sigma_{cp}) b_w d$$

Con:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$u_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove:

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm),

$\rho_1$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0.02$ ),

$\sigma_{cp}$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 f_{ck}$ ),

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

### Elementi armati a taglio

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  per elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio è valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio.

Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo ed i puntoni d'anima inclinati.

L'inclinazione  $\vartheta$  dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i seguenti limiti:

$$1 \leq \text{ctg } \vartheta \leq 2.5.$$

La verifica di resistenza si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove:

$V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale (staffe), la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 d A_{sw}/s f_{yd} \text{ctg } \vartheta.$$

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N. 65331-SOAX2-A00	CODIFICA DOCUMENTO 04RCEI11SOAX2000000100	REV. A00	FOGLIO 66 di 115
--	----------------------------	--	-------------	---------------------

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} ctg\vartheta (1 + ctg^2\vartheta).$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rcd}, V_{Rsd}),$$

dove:

- d è l'altezza utile della sezione,
- $\sigma_{cp}$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0.2 f_{ck}$ ),
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione,
- $A_{sw}$  è l'area dell'armatura trasversale,
- s è l'interasse tra due armature trasversali consecutive,
- $f'_{cd}$  è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima,
- $\alpha_c$  è il coefficiente maggiorativo funzione di  $\sigma_{cp}$ .

### 9.1.3 Verifiche allo stato limite di fessurazione

In ordine di severità si distinguono i seguenti stati limite:

- a) Stato limite di decompressione nel quale la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;
- b) Stato limite di formazione delle fessure nel quale la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_{ct} = f_{ctm}/1.2,$$

con  $f_{ctm}$  definito definito nel paragrafo 11.2.10.2 delle NT;

- c) Stato limite di apertura delle fessure, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm},$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm},$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}.$$

Lo stato limite di fessurazione è fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione, come descritto nel seguito.

Le combinazioni di riferimento sono:

- le combinazioni Quasi Permanenti,
- le combinazioni Frequenti.

Le condizioni ambientali si distinguono come riportato nella tabella seguente:

Società di Progetto  
**Brebemi SpA**



	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	65331-SOAX2-A00	04RCEI1SOAX200000100	A00	67 di 115

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Per quanto concerne la sensibilità delle armature, trattandosi di armature di acciaio ordinario queste si considerano poco sensibili.

La scelta dei limiti di fessurazione si esegue sulla base di quanto riportato nella tabella seguente:

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

$w_1, w_2, w_3$  sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo  $w_d$  è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Per quanto concerne gli stati limite di decompressione ( "a" nell'elenco precedente) e di formazione delle fessure ("b"), le tensioni sono calcolate in base alle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione omogeneizzata non fessurata.

Per quanto concerne lo stato limite di apertura delle fessure il valore di calcolo di apertura  $w_d$  non deve superare i valori nominali  $w_1, w_2, w_3$  secondo quanto riportato nella tabella precedente.

Il valore di calcolo è dato da:

$$w_d = 1.7 w_m,$$

dove:

$w_m$  rappresenta l'ampiezza media delle fessure.

L'ampiezza media delle fessure  $w_m$  è calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armatura  $\epsilon_{sm}$  per la distanza tra le fessure  $\Delta_{sm}$ :

$$w_m = \epsilon_{sm} \Delta_{sm}.$$

Per i valori di  $\epsilon_{sm}$  ed  $\Delta_{sm}$  si fa riferimento a quanto indicato da comprovata letteratura tecnica.

Nella Circolare Applicativa del 2009, si fa riferimento al seguente calcolo per  $w_d$ :

$$w_d = \epsilon_{sm} \Delta_{smax}$$

dove:

$\Delta_{smax}$  rappresenta la distanza massima tra le fessure.

La deformazione unitaria delle barre,  $\epsilon_{sm}$ , può essere calcolata con la seguente espressione:

Società di Progetto  
Brebemi SpA



$$\varepsilon_{sm} = 1/E_s [ \sigma_s - k_t f_{ctm}/\rho_{eff} (1 + \alpha_e \rho_{eff}) ] \geq 0.6 \sigma_s/E_s,$$

dove:

$\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata,

$\alpha_e$  è il rapporto  $E_s/E_{cm}$ ,

$\rho_{eff}$  è pari ad  $A_s/A_{c,eff}$ ,

$A_{c,eff}$  è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura, di altezza  $h_{c,ef}$ , dove  $h_{c,ef}$  è il valore minore tra  $2.5(h-d)$ ,  $(h-x)/3$  ed  $h/2$  (come indicato in figura seguente).

Nel caso di elementi in trazione, in cui esistono due aree efficaci, l'una all'estradosso e l'altra all'intradosso, entrambe le aree vanno considerate separatamente,

$k_t$  è un fattore dipendente dalla durata del carico.

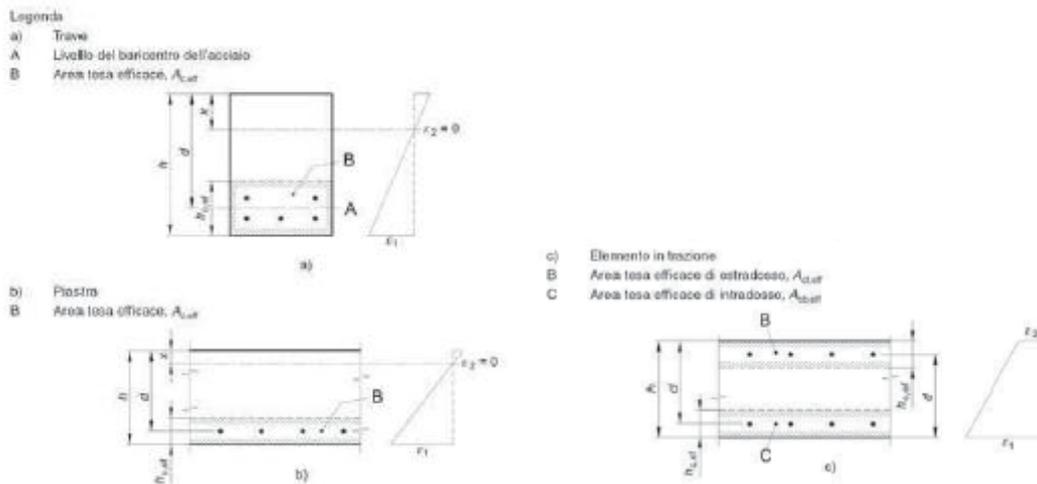


Fig. C4.1.9 Area tesa efficace. Casi tipici.

Per quanto concerne la distanza massima  $\Delta_{smax}$ , nel caso in cui l'armatura sia disposta con una spaziatura non superiore a  $5(c + \phi/2)$ , essa può essere valutata come segue:

$$\Delta_{smax} = k_3 c + k_1 k_2 k_3 k_4 \phi/\rho_{eff},$$

dove:

$\phi$  è il diametro delle barre.

Se nella sezione sono impiegate barre di diametro diverso si raccomanda l'uso di un opportuno diametro equivalente  $\phi_{eq}$ .

$c$  è il ricoprimento delle barre di armatura,

$k_1$  è funzione dell'aderenza delle armature,

$k_2$  è funzione dello stato sollecitativo di trazione o flessione,

$k_3$  assume il valore fisso di 3.4,

$k_4$  assume il valore fisso di 0.425.

## 9.1.4 Verifiche delle tensioni in esercizio

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$  deve rispettare la seguente limitazione:

$$\sigma_c < 0.60 f_{ck} \quad \text{per combinazione caratteristica (rara),}$$

$$\sigma_c < 0.45 f_{ck} \quad \text{per combinazione quasi permanente.}$$

La tensione massima per l'acciaio  $\sigma_s$  deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0.80 f_{yk} \quad \text{per combinazione caratteristica.}$$

## 9.2 Soletta inferiore

### 9.2.1 Sezione di incastro

#### Sollecitazioni di verifica

	N max [kN/m]	N min [kN/m]	M asse [kNm/m]	M filo [kNm/m]	T asse [kN/m]	T filo [kN/m]
Inviluppo SLU	-365.00	-134.00	+588.00	+546.00	434.00	392.00
Inviluppo SLV	-432.00	-432.00	+627.00	+592.00	212.00	47.000
Inviluppo SLE Rare	-270.00	-100.00	+436.00	+375.00		
Inviluppo SLE Frequenti	-247.00	-141.00	+387.00	+325.00		
Inviluppo SLE Quasi Permanenti	-285.00	-106.00	+255.00	+195.00		

#### Verifica a flessione

Titolo : \_\_\_\_\_

N\* figure elementari 1 Zoom N\* strati barre 2 Zoom

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	20.91	9.1
			2	56.28	60.9

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 kN  
M xEd 592 kNm  
M yEd 0 kNm

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

Calcola MRd Dominio M-N  
 L0 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C C28/35

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87 ‰  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 [?]  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

M xRd 1'201 kN m  
 $\sigma_c$  -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  12.35 ‰  
 d 60.9 cm  
 x 13.45 w/d 0.2209  
 $\delta$  0.7161

APPROVATO SDP

**Verifica delle tensioni di esercizio**

Titolo :

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	55.9	9.1
2	56.28	60.9

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N	Ed	M	xEd	yEd
0	0	592	0	0
0	0	375	0	0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm]

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Materiali  
**B450C**  **C25/30**  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ‰  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   $\delta$

Verifica  N° iterazioni: 4  
 Precompresso

**Verifica a taglio**

$V_{sdu}$	392	kN
$M_{sdu}$	-	kNm
$N_{sdu}$	134	kN
$R_{ck}$	35	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c=$	1.3	
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>
bw	100	cm
d	60.90	cm
Asl	56.36	cm <sup>2</sup>
c	9.10	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1.57	rad
$\theta$	21.80	gradi
ctg $\theta$	2.50	
$\theta$ imposto	21.80	gradi
Asw	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	0	cm
$f_{cd}$	18.308	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1.240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0.1930	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	410.151	kN

APPROVATO SDP

 Società di Progetto  
**Brebemi SpA**


Non occorre pertanto procedere a disposizione di armatura a taglio

**Verifica a fessurazione – SLE Frequente**

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	20.91	9.1
			2	56.28	60.9

Tipo Sezione  
 Rettang.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 592 325 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C  C25/30

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰ σ<sub>c</sub> -4.52 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm<sup>2</sup> ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰ σ<sub>s</sub> 109.1 N/mm<sup>2</sup>  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm<sup>2</sup> f<sub>cd</sub> 14.17 ‰ ε<sub>s</sub> 0.5455 ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ? d 60.9 cm  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9.75 ‰ x 23.34 x/d 0.3833  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm<sup>2</sup> τ<sub>co</sub> 0.6 δ 0.9191  
 τ<sub>c1</sub> 1.829

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	f <sub>ck</sub> =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	E <sub>s</sub> =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	E <sub>cm0</sub> =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	E <sub>cm-inf</sub> =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h=	70	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copri ferro baricentrico acciaio teso	cb =	9.10	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	56.28	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	7.8	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2.6	cm
Diametro medio equivalente	Fm =	2.339130435	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	s <sub>sm</sub> =	109.10	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x=	23.34	cm
Altezza utile	d=	60.90	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	6.45E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
Distanza media fra due fessure attigue			
Distanza media barre	s =	7.5	cm

APPROVATO SDP

Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	15.6	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1555.3	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	56.28	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	37.51	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$\epsilon_{sm} =$	3.40E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	<b><math>w_k =</math></b>	<b>0.127</b>	<b>mm</b>

### Verifica a fessurazione – SLE Quasi Permanente

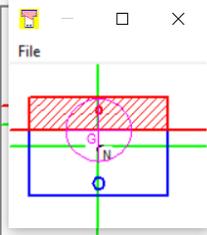
Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	20.91	9.1
			2	56.28	60.9

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

File



Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm]

Materiali

B450C		C28/35	
$\epsilon_{su}$	67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$	3.5 ‰
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$	15.87
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$	0.6667
		$\tau_{c1}$	1.971

$\sigma_c$  -2.712 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  65.46 N/mm<sup>2</sup>

Verifica  
 N° iterazioni:

Precompresso

APPROVATO SDP

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	$n_0 =$	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	$n_{inf} =$	19	
Classe cls	$f_{ck} =$	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0} =$	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>

Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf} =$	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche della sezione</b>			
Altezza	h=	70	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	9.10	cm
Area acciaio teso	$A_s =$	56.28	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	7.8	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2.6	cm
Diametro medio equivalente	Fm =	2.339130435	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre (l'intera area in A)	$s_{sm} =$	65.46	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x=	23.34	cm
Altezza utile	d=	60.90	cm
Deformazione lembo inferiore	$e_1 =$	3.87E-04	
Deformazione lembo superiore	$e_2 =$	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	s =	7.5	cm
Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$hc_{,eff} =$	15.6	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1555.3	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	56.28	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	37.51	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	1.87E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0.070</b>	<b>mm</b>

APPROVATO SDP

## 9.2.2 Sezione di mezzeria

### Sollecitazioni di verifica

	N max [kN/m]	N min [kN/m]	M [kNm/m]
Inviluppo SLU	-365.00	-134.00	-303.00
Inviluppo SLV	-420.00	-420.00	-
Inviluppo SLE Rare	-270.00	-100.00	-224.00
Inviluppo SLE Frequenti	-247.00	-141.00	-201.00
Inviluppo SLE Quasi Permanenti	-285.00	-106.00	-132.00

### Verifica a flessione

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	20.91	9.1
			2	20.91	60.9

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> -303 kNm  
M<sub>xEd</sub> 0  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> -483 kNm

Materiali

B450C	C28/35
$\epsilon_{su}$ 67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰
$E_s$ 200'000 N/mm²	$f_{cd}$ 15.87
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8
$\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	$\tau_{co}$ 0.6667
	$\tau_{c1}$ 1.971

$\sigma_c$  -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  23.24 ‰  
 d 60.9 cm  
 x 7.971 x/d 0.1309  
 $\delta$  0.7

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso

### Verifica delle tensioni di esercizio

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	20.91	9.1
			2	20.91	60.9

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> -303 kNm  
M<sub>xEd</sub> 0  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali

B450C	C28/35
$\epsilon_{su}$ 67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰
$E_s$ 200'000 N/mm²	$f_{cd}$ 15.87
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8
$\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	$\tau_{co}$ 0.6667
	$\tau_{c1}$ 1.971

$\sigma_c$  -4.461 N/mm²  
 $\sigma_s$  194.3 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.9714 ‰  
 d 60.9 cm  
 x 15.6 x/d 0.2562  
 $\delta$  0.7602

Verifica  
 N° iterazioni: 4  
 Precompresso

APPROVATO SDP

**Verifica a fessurazione – SLE Frequente**

Titolo: \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	70

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.91	9.1
2	20.91	60.9

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali

**B450C** **C28/35**

ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  N/mm²  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>     
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
 τ<sub>c1</sub>  N/mm²

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  cm x/d   
 δ

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	f <sub>ck</sub> =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	E <sub>s</sub> =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	E <sub>cm0</sub> =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	E <sub>cm-inf</sub> =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h =	70	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	9.10	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	8.1	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2	cm
Diametro medio equivalente	F <sub>m</sub> =	2	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	S <sub>sm</sub> =	174.30	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	15.60	cm
Altezza utile	d =	60.90	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	9.97E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
Distanza media fra due fessure attigue			
Distanza media barre	s =	15.0	cm

APPROVATO SDP

Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	18.1	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1813.3	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	20.92	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	57.01	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	4.98E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0.284</b>	<b>mm</b>

### Verifica a fessurazione – SLE Quasi Permanente

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	20.91	9.1
			2	20.91	60.9

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materials

B450C	C28/35
$\epsilon_{su}$ 67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3.5 ‰
$E_s$ 200000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 15.87
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8
$\epsilon_{syd}$ 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0.6667
	$\tau_{c1}$ 1.971

$\sigma_c$  -2.629 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  114.5 N/mm<sup>2</sup>

Verifica  
 N° iterazioni: 4  
 Precompresso

$\epsilon_s$  0.5724 ‰  
 d 60.9 cm  
 x 15.6 x/d 0.2562  
 $\delta$  0.7602

APPROVATO SDP

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione $t=0$	$n_0 =$	6	
Coefficiente di omogeneizzazione $t=inf$	$n_{inf} =$	19	
Classe cls	$f_{ck} =$	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls $t=0$	$E_{cm0} =$	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls $t=inf$	$E_{cm-inf} =$	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>

<b>Caratteristiche della sezione</b>			
Altezza	h =	70	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	9.10	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	8.1	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2	cm
Diametro medio equivalente	F <sub>m</sub> =	2	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre (l'intera area in A)	s <sub>sm</sub> =	114.50	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	15.60	cm
Altezza utile	d =	60.90	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	6.55E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	s =	15.0	cm
Coefficiente k <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> =	0.50	
Coefficiente k <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> =	3.400	
Larghezza efficace	b <sub>eff</sub> =	100.0	cm
Altezza efficace	hc <sub>eff</sub> =	18.1	cm
Area efficace	A <sub>ceff</sub> =	1813.3	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in A <sub>ceff</sub>	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	D <sub>smax</sub> =	57.01	cm
Coefficiente kt	kt =	0.4	
Coefficiente k <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> =	0.8	
Coefficiente k <sub>4</sub>	k <sub>4</sub> =	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	e <sub>sm</sub> =	3.27E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	w <sub>k</sub> =	<b>0.186</b>	<b>mm</b>

APPROVATO SDP

## 9.3 Piedritti

### 9.3.1 Sezione di attacco fondazione

#### Sollecitazioni di verifica

	N max [kN/m]	N min [kN/m]	M asse [kNm/m]	M filo [kNm/m]	T asse [kN/m]	T filo [kN/m]
Inviluppo SLU	-449.00	-165.00	-618.00	-555.00	366.00	333.00
Inviluppo SLV	-261.00	-92.00	-657.00	-588.00	404.00	367.00
Inviluppo SLE Rare	-333.00	-122.00	-457.00	-367.00		
Inviluppo SLE Frequenti	-293.00	-132.00	-406.00	-324.00		
Inviluppo SLE Quasi Permanenti	-173.00	-157.00	-267.00	-206.00		

#### Verifica a flessione

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	56.28	7.7
			2	26.77	52.3

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -588 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> -1'024 kN m

**Materiali**  
B450C C28/35  
ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 15.87 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 11.82 ‰  
d 52.3 cm  
x 11.95 x/d 0.2285  
δ 0.7256

APPROVATO SDP

### Verifica delle tensioni di esercizio

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	56.28	7.7
			2	26.77	52.3

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n  
 N Ed  kN  
 M xEd  kNm  
 M yEd

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

**Materiali**  
 B450C  C28/35  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

### Verifica a taglio

$V_{sdu}$	367	kN
$M_{sdu}$	-	kNm
$N_{sdu}$	86	kN
$R_{ck}$	35	N/mm²
$f_{ck}$	28	N/mm²
$\gamma_c$	1.3	
$f_{yk}$	450	N/mm²
bw	100	cm
d	52.30	cm
Asl	56.28	cm²
c	7.70	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1.57	rad
$\theta$	21.80	gradi
ctg $\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
Asw	2.01	cm²
passo staffe	20	cm
$f_{cd}$	18.308	N/mm²
$f_{ctd_{0,05}}$	1.240	N/mm²
$f_{yd}$	391.304	N/mm²
$\sigma_{cp}$	0.1447	N/mm²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	376.036	kN

Non occorre pertanto procedere a disposizione di armatura a taglio

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



## Verifica a fessurazione – SLE Frequente

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	56.28	7.7
			2	26.77	52.3

**Sollecitazioni**  
S.L.U.      Metodo n

N<sub>Ed</sub>        kN  
M<sub>xEd</sub>        kNm  
M<sub>yEd</sub>      

**P.to applicazione N**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN   
yN

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re     Trapezi  
 a T     Circolare  
 Rettangoli     Coord.

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**  
B450C      C28/35

ε<sub>su</sub>  ‰      ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm²      ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm²      f<sub>cd</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>       f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
ε<sub>syd</sub>  ‰      σ<sub>c,adm</sub>   
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm²      τ<sub>co</sub>   
τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x     x/d   
δ

     N° iterazioni:

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	f <sub>ck</sub> =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	E <sub>s</sub> =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	E <sub>cm0</sub> =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	E <sub>cm-inf</sub> =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h=	60	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.80	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	56.28	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	6.5	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2.6	cm
Diametro medio equivalente	Fm =	2.339130435	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	s <sub>sm</sub> =	127.30	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x=	20.71	cm
Altezza utile	d=	52.20	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	7.56E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	

APPROVATO SDP

<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	$s =$	7.5	cm
Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$hc_{eff} =$	13.1	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1309.7	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	56.28	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	31.35	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	4.49E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0.141</b>	mm

### Verifica a fessurazione – SLE Quasi Permanente

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	56.28	7.7
			2	26.77	52.3

Tipo Sezione  
 Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.    Metodo n

P.to applicazione N  
 Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN 0   yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
**B450C**   **C28/35**  
 $E_{su}$  67.5 ‰    $E_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²    $E_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm²    $f_{cd}$  15.87 ‰  
 $E_s/E_c$  15    $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $E_{syd}$  1.957 ‰    $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²    $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

$\sigma_c$  -3.536 N/mm²  
 $\sigma_s$  80.91 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.4045 ‰  
 d 52.3 cm  
 x 20.71   x/d 0.396  
 $\delta$  0.935

Verifica      N° iterazioni: 4

Precompresso

APPROVATO SDP

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	$n_0 =$	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	$n_{inf} =$	19	
Classe cls	$f_{ck} =$	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0} =$	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>

Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf} =$	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
<b>Caratteristiche della sezione</b>			
Altezza	h=	60	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.70	cm
Area acciaio teso	$A_s =$	56.28	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	6.4	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2.6	cm
Diametro medio equivalente	$F_m =$	2.339130435	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre (l'intera area in A)	$s_{sm} =$	80.91	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x=	20.71	cm
Altezza utile	d=	52.30	cm
Deformazione lembo inferiore	$e_1 =$	4.79E-04	
Deformazione lembo superiore	$e_2 =$	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	s =	7.5	cm
Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	13.1	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1309.7	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	56.28	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	31.01	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	2.31E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0.072</b>	<b>mm</b>

APPROVATO SDP

### 9.3.2 Sezione di mezzeria

#### Sollecitazioni di verifica

	N max [kN/m]	N min [kN/m]	M asse [kNm/m]
Inviluppo SLU	-383.00	-99.00	+183.00
Inviluppo SLV	-212.00	-43.00	+219.00
Inviluppo SLE Rare	-284.00	-74.00	+137.00
Inviluppo SLE Frequenti	-244.00	-84.00	+112.00
Inviluppo SLE Quasi Permanenti	-125.00	-106.00	+56.00

#### Verifica a flessione

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.91	7.7
			2	13.39	52.3

**Tipo Sezione:**  
 Rettan.re     Trapezi  
 a T             Circolare  
 Rettangoli    Coord.

**Sollecitazioni:**  
 S.L.U.      Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0      0 kN  
 M<sub>Ed</sub> 219      -206 kNm  
 M<sub>xEd</sub> 0  
 M<sub>yEd</sub> 0

**P.to applicazione N:**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN 0    yN 0

**Materiali:**  
 B450C      C28/35  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰    ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm²    ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm²    f<sub>cd</sub> 15.87  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15      f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰    σ<sub>c,adm</sub> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²    τ<sub>co</sub> 0.6667  
                                  τ<sub>c1</sub> 1.971

**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U. +     S.L.U. -  
 Metodo n

**Tipo flessione:**  
 Retta     Deviata

**Calcola MRd**    **Domio M-N**  
 L<sub>0</sub> 0 cm    Col. modello

M<sub>xRd</sub> 275.1 kNm  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 25.13 ‰  
 d 52.3 cm  
 x 6.395    x/d 0.1223  
                  δ 0.7

Precompresso

#### Verifica delle tensioni di esercizio

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.91	7.7
			2	13.39	52.3

**Tipo Sezione:**  
 Rettan.re     Trapezi  
 a T             Circolare  
 Rettangoli    Coord.

**Sollecitazioni:**  
 S.L.U.      Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0      0 kN  
 M<sub>Ed</sub> -340      137 kNm  
 M<sub>xEd</sub> 0  
 M<sub>yEd</sub> 0

**P.to applicazione N:**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN 0    yN 0

**Materiali:**  
 B450C      C28/35  
 ε<sub>su</sub> 67.5 ‰    ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm²    ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200'000 N/mm²    f<sub>cd</sub> 15.87  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15      f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
 ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰    σ<sub>c,adm</sub> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²    τ<sub>co</sub> 0.6667  
                                  τ<sub>c1</sub> 1.971

**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U. +     S.L.U. -  
 Metodo n

**Verifica**  
 N° iterazioni: 5

Precompresso

σ<sub>c</sub> -4.127 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 214 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 1.07 ‰  
 d 52.3 cm  
 x 11.73    x/d 0.2243  
                  δ 0.7204

APPROVATO SDP

**Verifica a fessurazione – SLE Frequente**

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.91	7.7
			2	13.39	52.3

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 219 112 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali B450C C28/35

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  $\sigma_c$  -3.374 N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  $\sigma_s$  175 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_s$  200'000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  15.87  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  $\epsilon_s$  0.8749 ‰  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11  $d$  52.3 cm  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6667  $x$  11.73  $x/d$  0.2243  
 $\tau_{c1}$  1.971  $\delta$  0.7204

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	f <sub>ck</sub> =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	E <sub>s</sub> =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	E <sub>cm0</sub> =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	E <sub>cm-inf</sub> =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h =	60	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.70	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	13.39	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	6.9	cm
Diametro massimo barre tese	F =	1.6	cm
Diametro medio equivalente	F <sub>m</sub> =	1.6	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	S <sub>sm</sub> =	175.00	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	11.73	cm
Altezza utile	d =	52.30	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	9.91E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
Distanza media fra due fessure attigue			
Distanza media barre	s =	15.0	cm

APPROVATO SDP

Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	16.1	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1609.0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	13.39	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	56.14	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	5.00E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0.281</b>	<b>mm</b>

### Verifica a fessurazione – SLE Quasi Permanente

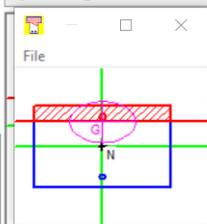
Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.91	7.7
			2	13.39	52.3

Tipo Sezione  
 Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

File



Metodo di calcolo  
 S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

Sollecitazioni  
 S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0      0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 219      56 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0      0

P.to applicazione N  
 Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN 0    yN 0

Materiali  
 B450C    C28/35

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰    $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>    $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200000 N/mm<sup>2</sup>    $f_{cd}$  15.87 ‰  
 $E_s/E_c$  15    $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰    $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>    $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

$\sigma_c$  -1.687 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  87.49 N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_s$  0.4375 ‰      N° iterazioni: 5  
 d 52.3 cm  
 x 11.73      x/d 0.2243  
 $\delta$  0.7204

Verifica

Precompresso

APPROVATO SDP

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	$n_0 =$	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	$n_{inf} =$	19	
Classe cls	$f_{ck} =$	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0} =$	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf} =$	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	$h =$	60	cm

Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.70	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	13.39	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	6.9	cm
Diametro massimo barre tese	F =	1.6	cm
Diametro medio equivalente	F <sub>m</sub> =	1.6	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre (l'intera area in A)	s <sub>sm</sub> =	87.49	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	11.73	cm
Altezza utile	d =	52.30	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	4.96E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	s =	15.0	cm
Coefficiente k <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> =	0.50	
Coefficiente k <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> =	3.400	
Larghezza efficace	b <sub>eff</sub> =	100.0	cm
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> =	16.1	cm
Area efficace	A <sub>ceff</sub> =	1609.0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in A <sub>ceff</sub>	A <sub>s</sub> =	13.39	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	D <sub>smax</sub> =	56.14	cm
Coefficiente k <sub>t</sub>	k <sub>t</sub> =	0.4	
Coefficiente k <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> =	0.8	
Coefficiente k <sub>4</sub>	k <sub>4</sub> =	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	e <sub>sm</sub> =	2.50E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	w <sub>k</sub> =	<b>0.140</b>	<b>mm</b>

APPROVATO SDP

### 9.3.3 Sezione di attacco trasverso

#### Sollecitazioni di verifica

	N max [kN/m]	N min [kN/m]	M asse [kNm/m]	M filo [kNm/m]	T asse [kN/m]	T filo [kN/m]
Inviluppo SLU	-253.00	-151.00	-344.00	-322.00	155.00	152.00
Inviluppo SLV	-169.00	-4.00	-364.00	-340.00	149.00	148.00
Inviluppo SLE Rare	-187.00	-107.00	-257.00	-224.00		
Inviluppo SLE Frequenti	-164.00	-77.00	-220.00	-191.00		
Inviluppo SLE Quasi Permanenti	-92.00	-77.00	-117.00	-99.00		

 Società di Progetto  
Brebemi SpA

### Verifica a flessione

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.91	7.7
			2	13.39	52.3

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -340 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Materiali**  
B450C C28/35  
ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 15.87  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> -408.1 kNm  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 22.49 ‰  
d 52.3 cm  
x 7.042 x/d 0.1346  
δ 0.7

**Tipo Sezione**  
 Rettang.  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso

### Verifica delle tensioni di esercizio

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	20.91	7.7
			2	13.39	52.3

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> -340 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Materiali**  
B450C C28/35  
ε<sub>su</sub> 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200'000 N/mm² f<sub>cd</sub> 15.87  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -5.805 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 227.2 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 1.136 ‰  
d 52.3 cm  
x 14.49 x/d 0.277  
δ 0.7863

**Tipo Sezione**  
 Rettang.  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Verifica N° iterazioni: 4  
 Precompresso

APPROVATO SDP

### Verifica a taglio

V <sub>sdu</sub>	152	kN
M <sub>sdu</sub>	-	kNm
N <sub>sdu</sub>	0	kN
R <sub>ck</sub>	35	N/mm²
f <sub>ck</sub>	28	N/mm²
γ <sub>c</sub>	1.3	
f <sub>yk</sub>	450	N/mm²
bw	100	cm
d	52.30	cm

Asl	20.91	cm <sup>2</sup>
c	7.70	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1.57	rad
$\theta$	21.80	gradi
ctg $\theta$	2.50	
$\theta_{\text{imposto}}$	21.80	gradi
Asw	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	0	cm
$f_{cd}$	18.308	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1.240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
$V_{Rd}$	262.171	kN

### Verifica a fessurazione – SLE Frequente

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	100	60	1	20.91	7.7
			2	13.39	52.3

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n   
 N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> -340 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 $E_{su}$  67.5 ‰  $E_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $E_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  15.97 ‰  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $E_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

$\sigma_c$  -4.95 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  193.8 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$  0.9688 ‰  
 d 52.3 cm  
 $x$  14.49 x/d 0.277  
 $\delta$  0.7863

**Verifica**  
 N° iterazioni:   
 Precompresso

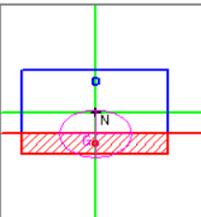
APPROVATO SDP

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	$f_{ck}$ =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s$ =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0}$ =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf}$ =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h=	60	cm

Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.70	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	6.7	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2	cm
Diametro medio equivalente	F <sub>m</sub> =	2	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre (l'intera area in A)	s <sub>sm</sub> =	193.80	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	14.49	cm
Altezza utile	d =	52.30	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	1.11E-03	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	s =	15.0	cm
Coefficiente k <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> =	0.50	
Coefficiente k <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> =	3.400	
Larghezza efficace	b <sub>eff</sub> =	100.0	cm
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> =	15.2	cm
Area efficace	A <sub>ceff</sub> =	1517.0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in A <sub>ceff</sub>	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	D <sub>smax</sub> =	47.43	cm
Coefficiente k <sub>t</sub>	k <sub>t</sub> =	0.4	
Coefficiente k <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> =	0.8	
Coefficiente k <sub>4</sub>	k <sub>4</sub> =	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	e <sub>sm</sub> =	5.54E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	w <sub>k</sub> =	<b>0.263</b>	<b>mm</b>

APPROVATO SDP

**Verifica a fessurazione – SLE Quasi Permanente**

Titolo :		Tipo Sezione																
N° figure elementari <input type="text" value="1"/> Zoom		<input checked="" type="radio"/> Rettan.re <input type="radio"/> Trapezi <input type="radio"/> a T <input type="radio"/> Circolare <input type="radio"/> Rettangoli <input type="radio"/> Coord.																
N° strati barre <input type="text" value="2"/> Zoom																		
<table border="1"> <tr> <th>N°</th> <th>b [cm]</th> <th>h [cm]</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>100</td> <td>60</td> </tr> </table>	N°	b [cm]	h [cm]	1	100	60	<table border="1"> <tr> <th>N°</th> <th>As [cm²]</th> <th>d [cm]</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>20.91</td> <td>7.7</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>13.39</td> <td>52.3</td> </tr> </table>	N°	As [cm²]	d [cm]	1	20.91	7.7	2	13.39	52.3		
N°	b [cm]	h [cm]																
1	100	60																
N°	As [cm²]	d [cm]																
1	20.91	7.7																
2	13.39	52.3																
Sollecitazioni S.L.U.   Metodo n		P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord. [cm]   xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/>																
N <sub>Ed</sub> <input type="text" value="0"/> kN M <sub>xEd</sub> <input type="text" value="-340"/> kNm M <sub>yEd</sub> <input type="text" value="0"/> kNm		Metodo di calcolo <input type="radio"/> S.L.U. + <input type="radio"/> S.L.U. - <input checked="" type="radio"/> Metodo n																
Materiali B450C   C28/35		Verifica N° iterazioni: <input type="text" value="4"/>																
ε <sub>su</sub> <input type="text" value="67.5"/> ‰   ε <sub>c2</sub> <input type="text" value="2"/> ‰ f <sub>yd</sub> <input type="text" value="391.3"/> N/mm²   ε <sub>cu</sub> <input type="text" value="3.5"/> ‰ E <sub>s</sub> <input type="text" value="200000"/> N/mm²   f <sub>cd</sub> <input type="text" value="15.87"/> N/mm² E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <input type="text" value="15"/> f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> <input type="text" value="0.8"/>		σ <sub>c</sub> <input type="text" value="-2.566"/> N/mm² σ <sub>s</sub> <input type="text" value="100.4"/> N/mm² ε <sub>s</sub> <input type="text" value="0.5022"/> ‰ d <input type="text" value="52.3"/> cm x <input type="text" value="14.49"/> x/d <input type="text" value="0.277"/>																
ε <sub>syd</sub> <input type="text" value="1.957"/> ‰   σ <sub>c,adm</sub> <input type="text" value="11"/> N/mm² σ <sub>s,adm</sub> <input type="text" value="255"/> N/mm²   τ <sub>co</sub> <input type="text" value="0.6667"/> N/mm² τ <sub>c1</sub> <input type="text" value="1.971"/> N/mm²		δ <input type="text" value="0.7863"/>																
		<input type="checkbox"/> Precompresso																

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	f <sub>ck</sub> =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	E <sub>s</sub> =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	E <sub>cm0</sub> =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	E <sub>cm-inf</sub> =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h =	60	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.70	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	6.7	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2	cm
Diametro medio equivalente	F <sub>m</sub> =	2	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	S <sub>sm</sub> =	100.40	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	14.49	cm
Altezza utile	d =	52.30	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	5.75E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
Distanza media fra due fessure attigue			
Distanza media barre	s =	15.0	cm

APPROVATO SDP

Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	15.2	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1517.0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	20.92	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	47.43	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	2.87E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0.136</b>	<b>mm</b>

## 9.4 Soletta superiore

### 9.4.1 Sezione di incastro

#### Sollecitazioni di verifica

	<b>N max</b> [kN/m]	<b>N min</b> [kN/m]	<b>M asse</b> [kNm/m]	<b>M filo</b> [kNm/m]	<b>T asse</b> [kN/m]	<b>T filo</b> [kN/m]
Inviluppo SLU	-158.00	-47.00	-344.00	-319.00	312.00	277.00
Inviluppo SLV	-149.00	-149.00	-364.00	-337.00	161.00	153.00
Inviluppo SLE Rare	-118.00	-33.00	-257.00	-221.00		
Inviluppo SLE Frequenti	-106.00	-33.00	-220.00	-187.00		
Inviluppo SLE Quasi Permanenti	-72.00	-34.00	-117.00	-93.00		

### Verifica a flessione

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	65	1	20.91	6.7
			2	20.91	55.9

Sollecitazioni: S.L.U.      Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0      0 kN  
M<sub>xEd</sub> -337      -93 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0      0

P.to applicazione N:  Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]      xN 0      yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> -461.8 kN m

Materiali: B450C      C28/35

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰      ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm²      ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200'000 N/mm²      f<sub>cd</sub> 15.87  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15      f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰      σ<sub>c,adm</sub> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²      τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 22.1 ‰  
d 58.3 cm  
x 7.972      x/d 0.1367  
δ 0.7

Tipo Sezione:  Rettan.re    Trapezi  
 a T       Circolare  
 Rettangoli    Coord.

Metodo di calcolo:  S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione:  Retta    Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd      Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm      Col. modello

Precompresso

### Verifica delle tensioni di esercizio

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	65	1	20.91	6.7
			2	20.91	55.9

Sollecitazioni: S.L.U.      Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0      0 kN  
M<sub>xEd</sub> 0      -221 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0      0

P.to applicazione N:  Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]      xN 0      yN 0

Tipo Sezione:  Rettan.re    Trapezi  
 a T       Circolare  
 Rettangoli    Coord.

Metodo di calcolo:  S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali: B450C      C28/35

ε<sub>su</sub> 67.5 ‰      ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm²      ε<sub>cu</sub> 3.5 ‰  
E<sub>s</sub> 200'000 N/mm²      f<sub>cd</sub> 15.87  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15      f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
ε<sub>syd</sub> 1.957 ‰      σ<sub>c,adm</sub> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²      τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -4.73 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 200.7 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 1.004 ‰  
d 58.3 cm  
x 15.22      x/d 0.2611  
δ 0.7664

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

APPROVATO SDP

### Verifica a taglio

V <sub>sdu</sub>	277	kN
M <sub>sdu</sub>	-	kNm
N <sub>sdu</sub>	30	kN
R <sub>ck</sub>	35	N/mm²
f <sub>ck</sub>	28	N/mm²
γ <sub>c</sub>	1.3	
f <sub>yk</sub>	450	N/mm²
bw	100	cm
d	58.30	cm

Asl	20.91	cm <sup>2</sup>
c	6.70	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1.57	rad
$\theta$	21.80	gradi
ctg $\theta$	2.50	
$\theta$ imposto	21.80	gradi
Asw	0	cm <sup>2</sup>
passo staffe	0	cm
$f_{cd}$	18.308	N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctd_{0,05}}$	1.240	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391.304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0.0463	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistenti a taglio</i>		
$V_{Rd}$	280.214	kN

Non occorre pertanto procedere a disposizione di armatura a taglio

### Verifica a fessurazione – SLE Frequente

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom    N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	100	65	1	20.91	6.7
			2	20.91	55.9

Tipo Sezione  
 Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N  
 Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN    yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C   C28/35  
 $\epsilon_{su}$   ‰    $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm<sup>2</sup>    $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm<sup>2</sup>    $f_{cd}$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s / \epsilon_c$      $f_{cc} / f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰    $\sigma_{c,adm}$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm<sup>2</sup>    $\tau_{co}$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\tau_{c1}$   N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>

Verifica    N° iterazioni:

Precompresso

$\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x    x/d   
 $\delta$

APPROVATO SDP

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	$f_{ck}$ =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s$ =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0}$ =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf}$ =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			

Altezza	$h =$	65	cm
Larghezza	$B =$	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	$c_b =$	6.70	cm
Area acciaio teso	$A_s =$	20.92	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	$c =$	5.7	cm
Diametro massimo barre tese	$F =$	2	cm
Diametro medio equivalente	$F_m =$	2	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre (l'intera area in A)	$s_{sm} =$	169.90	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	$x =$	15.22	cm
Altezza utile	$d =$	58.30	cm
Deformazione lembo inferiore	$e_1 =$	9.35E-04	
Deformazione lembo superiore	$e_2 =$	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	$s =$	15.0	cm
Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	16.6	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1659.3	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	20.92	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	46.34	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	4.85E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0.225</b>	<b>mm</b>

APPROVATO SDP

**Verifica a fessurazione – SLE Quasi Permanente**

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	65	1	20.91	6.7
			2	20.91	55.9

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re     Trapezi  
 a T             Circolare  
 Rettangoli    Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub>      kN  
 M<sub>xEd</sub>      kNm  
 M<sub>yEd</sub>    

**P.to applicazione N**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN     yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

**Materiali**  
 B450C     C28/35

$\epsilon_{su}$   ‰     $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm<sup>2</sup>     $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm<sup>2</sup>     $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$       $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰     $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm<sup>2</sup>     $\tau_{co}$   ‰  
 $\tau_{c1}$   ‰

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x     x/d   
 $\delta$

Verifica    N° iterazioni:

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	f <sub>ck</sub> =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	E <sub>s</sub> =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	E <sub>cm0</sub> =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	E <sub>cm-inf</sub> =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h=	65	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copri ferro baricentrico acciaio teso	cb =	6.70	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	5.7	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2	cm
Diametro medio equivalente	Fm =	2	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	s <sub>sm</sub> =	84.47	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x=	15.22	cm
Altezza utile	d=	58.30	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	4.65E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
Distanza media fra due fessure attigue			
Distanza media barre	s =	15.0	cm

APPROVATO SDP

Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	16.6	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1659.3	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	20.92	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	46.34	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	2.41E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	$w_k =$	<b>0.112</b>	<b>mm</b>

## 9.4.2 Sezione di mezzeria

### Sollecitazioni di verifica

	<b>N max</b> <b>[kN/m]</b>	<b>N min</b> <b>[kN/m]</b>	<b>M asse</b> <b>[kNm/m]</b>
Inviluppo SLU	-158.00	-47.00	268.00
Inviluppo SLV	-132.00	-132.00	21.00
Inviluppo SLE Rare	-118.00	-33.00	202.00
Inviluppo SLE Frequenti	-106.00	-33.00	165.00
Inviluppo SLE Quasi Permanenti	-72.00	-34.00	70.00

APPROVATO SDP

### Verifica a flessione

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	65

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.91	6.7
2	20.91	55.9

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd  cm  Col. modello

M<sub>xRd</sub>  kNm  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

Materiali  
 B450C  ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

Precompresso

### Verifica delle tensioni di esercizio

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	65

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.91	6.7
2	20.91	55.9

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Verifica  N° iterazioni

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

Materiali  
 B450C  ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

Precompresso

APPROVATO SDP

**Verifica a fessurazione – SLE Frequente**

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	65	1	20.91	6.7
			2	20.91	55.9

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N Ed  kN  
 M Ed  kNm  
 N yEd   
 M yEd

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C  C28/35  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $\epsilon_s / \epsilon_c$    $f_{cc} / f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

Verifica  N° iterazioni:  
 Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	$f_{ck}$ =	28	N/mm²
Modulo elastico acciaio	$E_s$ =	2.10E+05	N/mm²
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0}$ =	3.23E+04	N/mm²
Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf}$ =	1.08E+04	N/mm²
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h=	65	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	9.10	cm
Area acciaio teso	$A_s$ =	20.92	cm²
Ricoprimento barre esterne tese	c =	8.1	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2	cm
Diametro medio equivalente	Fm =	2	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	$s_{sm}$ =	155.60	N/mm²
Asse neutro	x=	14.51	cm
Altezza utile	d=	55.90	cm
Deformazione lembo inferiore	$e_1$ =	9.04E-04	
Deformazione lembo superiore	$e_2$ =	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			

APPROVATO SDP

Distanza media barre	$s =$	15.0	cm
Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	100.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	16.8	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	1683.0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	20.92	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{smax} =$	54.89	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	4.45E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	<b><math>w_k =</math></b>	<b>0.244</b>	<b>mm</b>

### Verifica a fessurazione – SLE Quasi Permanente

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	65	1	20.91	6.7
			2	20.91	55.9

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N Ed  kN  
 M xEd  kNm  
 M yEd

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN   
 yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C  C28/35

$E_{su}$   %  $E_{c2}$   %  
 $f_{yd}$   N/mm<sup>2</sup>  $e_{cu}$   %  
 $E_s$   N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$   %  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{od}$   ?  
 $E_{syd}$   %  $Q_{c,adm}$    
 $Q_{s,adm}$   N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$    
 $\tau_{c1}$

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_s$   %  
 $d$   cm  
 $x$   x/d   
 $\delta$

Verifica  
 N° iterazioni:

Precompresso

APPROVATO SDP

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	$n_0 =$	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	$n_{inf} =$	19	
Classe cls	$f_{ck} =$	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0} =$	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf} =$	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>

<b>Caratteristiche della sezione</b>			
Altezza	h =	65	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	9.10	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	8.1	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2	cm
Diametro medio equivalente	F <sub>m</sub> =	2	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre (l'intera area in A)	s <sub>sm</sub> =	66.02	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	14.51	cm
Altezza utile	d =	55.90	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	3.84E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	s =	15.0	cm
Coefficiente k <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> =	0.50	
Coefficiente k <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> =	3.400	
Larghezza efficace	b <sub>eff</sub> =	100.0	cm
Altezza efficace	hc <sub>eff</sub> =	16.8	cm
Area efficace	A <sub>ceff</sub> =	1683.0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in A <sub>ceff</sub>	A <sub>s</sub> =	20.92	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	D <sub>smax</sub> =	54.89	cm
Coefficiente kt	kt =	0.4	
Coefficiente k <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> =	0.8	
Coefficiente k <sub>4</sub>	k <sub>4</sub> =	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	e <sub>sm</sub> =	1.89E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	w <sub>k</sub> =	<b>0.104</b>	<b>mm</b>

APPROVATO SDP

## 9.5 Cordolo di chiusura soletta superiore estremità lato ovest

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sul cordolo di chiusura si considerano come carichi agenti i carichi permanenti portati (cordolo, soletta, terreno) e il carico da traffico. Entrambi vengono moltiplicati per l'area di influenza per trovare il carico agente su 1m di cordolo.

### Sollecitazioni di verifica

M SLU	1586.00	kNm
M SLE	1175.00	kNm
T SLU	1464.00	kN

### Verifica a flessione

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	130	95	1	72.38	7
			2	72.38	88

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C		C28/35	
ε <sub>su</sub>	67.5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	200000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	15.87
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
ε <sub>syd</sub>	1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	11
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.6667
		τ <sub>c1</sub>	1.971

M<sub>xRd</sub> -2343 kNm

σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²

σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²

ε<sub>c</sub> 3.5 ‰

ε<sub>s</sub> 29.48 ‰

d 88 cm

x 9.34 x/d 0.1061

δ 0.7

### Verifica a taglio

V <sub>sdu</sub>	1464	kN
M <sub>sdu</sub>	-	kNm
N <sub>sdu</sub>	0	kN
R <sub>ck</sub>	35	N/mm²
f <sub>ck</sub>	28	N/mm²
γ <sub>c</sub>	1.3	
f <sub>yk</sub>	450	N/mm²
bw	130	cm
d	88.00	cm
Asl	10	cm²
c	7.00	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	15.82	gradi

APPROVATO SDP

ctgθ	3.53	
θ imposto	-	gradi
Asw	4.52	cm <sup>2</sup>
passo staffe	20	cm
f <sub>cd</sub>	18.308	N/mm <sup>2</sup>
fctd <sub>0,05</sub>	1.240	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	391.304	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>cp</sub>	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
<b>verifica senza armatura resistente a taglio</b>		
V <sub>Rd</sub>	315.235	kN
V <sub>Rd,min</sub>	380.212	kN
ρ <sub>sw,min</sub>	0.000941	
s <sub>l,max</sub>	60.00	cm
A <sub>sw,min</sub>	7.338	cm <sup>2</sup> /s <sub>l,max</sub>
<b>verifica con armatura resistente a taglio (staffe)</b>		
V <sub>Rcd</sub>	2471.962	kN
V <sub>Rsd</sub>	2471.962	kN
V <sub>Rd</sub>	2471.962	kN

### Verifica a fessurazione – SLE Frequente

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	130	95	1	72.38	7
			2	72.38	88

tipo sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Verifica  N° iterazioni

Precompresso

Materials

B450C	C28/35
ε <sub>su</sub> 67.5 ‰	ε <sub>c2</sub> 2 ‰
f <sub>yd</sub> 391.3 N/mm <sup>2</sup>	ε <sub>cu</sub> 3.5 ‰
E <sub>s</sub> 200'000 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>cd</sub> 15.87
ε <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> 0.8
ε <sub>syd</sub> 1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub> 11
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm <sup>2</sup>	τ <sub>co</sub> 0.6667
	τ <sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -5.845 N/mm<sup>2</sup>  
 σ<sub>s</sub> 203.6 N/mm<sup>2</sup>  
 ε<sub>s</sub> 1.018 ‰  
 d 88 cm  
 x 26.49 x/d 0.301  
 δ 0.8163

APPROVATO SDP

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	f <sub>ck</sub> =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	E <sub>s</sub> =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	E <sub>cm0</sub> =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	E <sub>cm-inf</sub> =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>

<b>Caratteristiche della sezione</b>			
Altezza	h =	95	cm
Larghezza	B =	130	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.00	cm
Area acciaio teso	A <sub>s</sub> =	72.38	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	5.8	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2.4	cm
Diametro medio equivalente	F <sub>m</sub> =	2.4	cm
<b>Sezione fessurata: apertura fessure</b>			
Tensione media barre (l'intera area in A)	s <sub>sm</sub> =	203.60	N/mm <sup>2</sup>
Asse neutro	x =	26.49	cm
Altezza utile	d =	88.00	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	1.08E-03	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	s =	8.1	cm
Coefficiente k <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> =	0.50	
Coefficiente k <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> =	3.400	
Larghezza efficace	b <sub>eff</sub> =	130.0	cm
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> =	17.5	cm
Area efficace	A <sub>ceff</sub> =	2275.0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in A <sub>ceff</sub>	A <sub>s</sub> =	72.38	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	D <sub>smax</sub> =	32.54	cm
Coefficiente k <sub>t</sub>	k <sub>t</sub> =	0.4	
Coefficiente k <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> =	0.8	
Coefficiente k <sub>4</sub>	k <sub>4</sub> =	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>			
	e <sub>sm</sub> =	7.70E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>			
	w <sub>k</sub> =	0.250	mm

APPROVATO SDP

## 9.6 Cordolo di chiusura soletta superiore estremità lato est

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sul cordolo di chiusura si considerano come carichi agenti i carichi permanenti portati (cordolo, soletta, terreno) e il carico da traffico. Entrambi vengono moltiplicati per l'area di influenza per trovare il carico agente su 1m di cordolo.

### Sollecitazioni di verifica

<b>M SLU</b>	1376.00	<b>kNm</b>
<b>M SLE</b>	1019.00	<b>kNm</b>

T SLU 1270.00 kN

### Verifica a flessione

Titolo: \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	115	1	54.29	7
			2	54.29	108

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N Ed: 0 kN  
M xEd: -1376 kNm  
M yEd: 0 kNm

P.to applicazione N:  Centro  Baricentro cls  
 Coord. [cm] xN: 0 yN: 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M xRd: -2183 kNm

Materiali: B450C C28/35

$\epsilon_{su}$ : 67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$ : 2 ‰  
 $f_{yd}$ : 391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$ : 3.5 ‰  
 $E_s$ : 200000 N/mm²  $f_{cd}$ : 15.87 N/mm²  
 $\epsilon_s / \epsilon_c$ : 15  $f_{cc} / f_{cd}$ : 0.8  
 $\epsilon_{syd}$ : 1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$ : 11 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$ : 255 N/mm²  $\tau_{co}$ : 0.6667  
 $\tau_{c1}$ : 1.971

$\sigma_c$ : -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$ : 391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$ : 3.5 ‰  
 $\epsilon_s$ : 37.28 ‰  
d: 108 cm  
x: 9.269 x/d: 0.08582  
 $\delta$ : 0.7

Tipo Sezione:  Rettang.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione:  Retta  Deviata

N° rett.: 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>o</sub>: 0 cm Col. modello

Precompresso

### Verifica a taglio

V <sub>sdu</sub>	1270	kN
M <sub>sdu</sub>	-	kNm
N <sub>sdu</sub>	0	kN
R <sub>ck</sub>	35	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	28	N/mm <sup>2</sup>
$\gamma_c$	1.3	
f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
bw	100	cm
d	108.00	cm
Asl	54.28	cm <sup>2</sup>
c	7.00	cm
$\alpha$	90	gradi
$\alpha$	1.57	rad
$\theta$	18.11	gradi
ctg $\theta$	3.06	
$\theta$ imposto	-	gradi
Asw	4.52	cm <sup>2</sup>
passo staffe	20	cm
f <sub>cd</sub>	18.308	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ctd,0,05</sub>	1.240	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	391.304	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V <sub>Rd</sub>	516.394	kN
V <sub>Rd,min</sub>	342.157	kN

APPROVATO SDP

 Società di Progetto  
Brebemi SpA



$\rho_{sw,min}$	0.000941	
$S_{l,max}$	60.00	cm
$A_{sw,min}$	5.644	cm <sup>2</sup> / $S_{l,max}$
<i>verifica con armatura resistente a taglio (staffe)</i>		
$V_{Rcd}$	2628.557	kN
$V_{Rsd}$	2628.557	kN
$V_{Rd}$	2628.557	kN

### Verifica a fessurazione – SLE Frequente

Titolo: \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	100	115	1	54.29	7
			2	54.29	108

Tipo Sezione  
 Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.    Metodo n

P.to applicazione N  
 Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN    yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C    C28/35

$E_{su}$   ‰    $E_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm<sup>2</sup>    $E_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm<sup>2</sup>    $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$      $f_{cc}/f_{cd}$   ‰  
 $E_{syd}$   ‰    $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm<sup>2</sup>    $\tau_{co}$   ‰  
 $\tau_{c1}$   ‰

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>

Verifica  
 N° iterazioni:

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	$f_{ck}$ =	28	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico acciaio	$E_s$ =	2.10E+05	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0}$ =	3.23E+04	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf}$ =	1.08E+04	N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h =	115	cm
Larghezza	B =	100	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.00	cm
Area acciaio teso	$A_s$ =	54.29	cm <sup>2</sup>
Ricoprimento barre esterne tese	c =	5.8	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2.4	cm
Diametro medio equivalente	Fm =	2.4	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	$S_{sm}$ =	189.80	N/mm <sup>2</sup>

APPROVATO SDP

Asse neutro	x=	29.95	cm
Altezza utile	d=	108.00	cm
Deformazione lembo inferiore	e <sub>1</sub> =	9.85E-04	
Deformazione lembo superiore	e <sub>2</sub> =	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	s =	8.1	cm
Coefficiente k <sub>2</sub>	k <sub>2</sub> =	0.50	
Coefficiente k <sub>3</sub>	k <sub>3</sub> =	3.400	
Larghezza efficace	b <sub>eff</sub> =	100.0	cm
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub> =	17.5	cm
Area efficace	A <sub>ceff</sub> =	1750.0	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in A <sub>ceff</sub>	A <sub>s</sub> =	54.29	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	D <sub>max</sub> =	32.87	cm
Coefficiente kt	kt=	0.4	
Coefficiente k <sub>1</sub>	k <sub>1</sub> =	0.8	
Coefficiente k <sub>4</sub>	k <sub>4</sub> =	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	e <sub>sm</sub> =	7.00E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	w <sub>k</sub> =	0.230	mm

## 9.7 Trave in spessore nelle zone di estremità della fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sul cordolo di chiusura si considerano come carichi agenti i carichi permanenti portati (cordolo, soletta, piedritto e terreno) e il carico da traffico. Entrambi vengono moltiplicati per l'area di influenza per trovare il carico agente su 1m di cordolo.

### Sollecitazioni di verifica

M SLU	1739.00	kNm
M SLE	1288.00	kNm
T SLU	1605.00	kN

## Verifica a flessione

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	150	70	1	108.57	7
			2	108.57	63

**Sollecitazioni**  
S.L.U.      Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN   
yN

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C      C28/35  
ε<sub>su</sub>  ‰    ε<sub>c2</sub>  ‰  
f<sub>yd</sub>  N/mm²    ε<sub>cu</sub>  ‰  
E<sub>s</sub>  N/mm²    f<sub>cd</sub>  N/mm²  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>     f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
ε<sub>syd</sub>  ‰    σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm²    τ<sub>co</sub>  N/mm²  
τ<sub>c1</sub>  N/mm²

M<sub>xRd</sub>  kNm  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x     x/d   
δ

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re     Trapezi  
 a T     Circolare  
 Rettangoli     Coord.

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta     Deviata

N° rett.

Calcola MRd    Dominio M-N  
L<sub>0</sub>  cm    Col. modello

Precompresso

## Verifica a taglio

V <sub>sdu</sub>	1605	kN
M <sub>sdu</sub>	-	kNm
N <sub>sdu</sub>	0	kN
R <sub>ck</sub>	35	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ck</sub>	28	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>c</sub>	1.3	
f <sub>yk</sub>	450	N/mm <sup>2</sup>
bw	150	cm
d	62.20	cm
Asl	108.57	cm <sup>2</sup>
c	7.80	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
ctgθ	2.50	
θ imposto	21.80	gradi
Asw	6.78	cm <sup>2</sup>
passo staffe	20	cm
f <sub>cd</sub>	18.308	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ctd0,05</sub>	1.240	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>yd</sub>	391.304	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>cp</sub>	0.0000	N/mm <sup>2</sup>
<b>verifica senza armatura resistente a taglio</b>		
V <sub>Rd</sub>	646.579	kN
V <sub>Rd,min</sub>	338.963	kN
ρ <sub>sw,min</sub>	0.000941	
S <sub>l,max</sub>	46.65	cm

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA

$A_{sw,min}$	6.583	$cm^2/s_{l,max}$
verifica con armatura resistente a taglio (staffe)		
$V_{Rcd}$	2650.375	kN
$V_{Rsd}$	1856.600	kN
$V_{Rd}$	1856.600	kN

### Verifica a fessurazione – SLE Frequente

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	150	70	1	108.57	7
			2	108.57	63

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> -1739 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali B450C C28/35

$E_{su}$  67.5 %  $E_{c2}$  2 %  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $E_{cu}$  3.5  
 $E_s$  200'000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $E_{syd}$  1.957 %  $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

$\sigma_c$  -8.128 N/mm²  
 $\sigma_s$  213.3 N/mm²  
 $\epsilon_s$  1.067 %  
 d 63 cm  
 x 22.91 x/d 0.3637  
 $\delta$  0.8946

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Coefficiente di omogeneizzazione t=0	n0 =	6	
Coefficiente di omogeneizzazione t=inf	ninf =	19	
Classe cls	$f_{ck}$ =	28	N/mm²
Modulo elastico acciaio	$E_s$ =	2.10E+05	N/mm²
Modulo elastico cls t=0	$E_{cm0}$ =	3.23E+04	N/mm²
Modulo elastico cls t=inf	$E_{cm-inf}$ =	1.08E+04	N/mm²
Caratteristiche della sezione			
Altezza	h=	70	cm
Larghezza	B =	150	cm
Copriferro baricentrico acciaio teso	cb =	7.00	cm
Area acciaio teso	$A_s$ =	108.57	cm²
Ricoprimento barre esterne tese	c =	5.8	cm
Diametro massimo barre tese	F =	2.4	cm
Diametro medio equivalente	Fm =	2.4	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre (l'intera area in A)	$s_{sm}$ =	213.30	N/mm²

APPROVATO SDP

Asse neutro	$x =$	22.91	cm
Altezza utile	$d =$	63.00	cm
Deformazione lembo inferiore	$e_1 =$	1.19E-03	
Deformazione lembo superiore	$e_2 =$	0.00	
<b>Distanza media fra due fessure attigue</b>			
Distanza media barre	$s =$	6.3	cm
Coefficiente $k_2$	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente $k_3$	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	150.0	cm
Altezza efficace	$h_{c,eff} =$	15.7	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	2354.5	cm <sup>2</sup>
Area armature poste in $A_{ceff}$	$A_s =$	108.57	cm <sup>2</sup>
Distanza massima fra due fessure	$D_{max} =$	28.57	cm
Coefficiente $k_t$	$k_t =$	0.4	
Coefficiente $k_1$	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente $k_4$	$k_4 =$	0.425	
<b>Deformazione unitaria media</b>	$e_{sm} =$	8.67E-04	
<b>Ampiezza fessura</b>	<b><math>w_k =</math></b>	<b>0.248</b>	<b>mm</b>

APPROVATO SDP

## 10. ARMATURA DI RIPARTIZIONE DELLO SCATOLARE

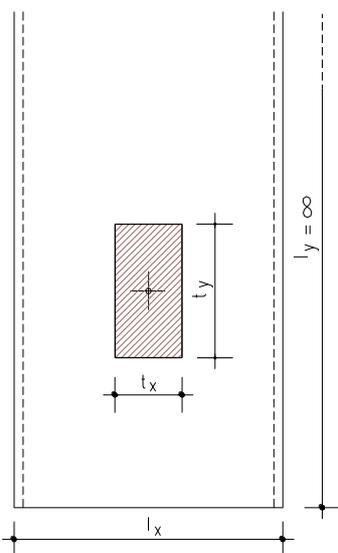
L'armatura di ripartizione nelle solette e nelle pareti dello scatolare (direzione y) viene posta in misura non inferiore al 20% dell'armatura principale (direzione x) (EC2 § 9.3).

### 10.1 Verifica delle sollecitazioni flessionali secondarie sulla soletta superiore

Semplici valutazioni consentono di provare che l'armatura di ripartizione pari al 20% della principale è sicuramente sufficiente per assorbire le azioni flessionali trasversali secondarie, ovvero nella direzione ortogonale a quella di massima inflessione della soletta.

Come già osservato la massima azione flessionale secondaria si ha nella soletta superiore, perché solo qui sono applicate azioni non uniformemente distribuite su un intero elemento strutturale; tali azioni localizzate sono i carichi mobili stradali ed il peso della sovrastruttura.

Schematizzando, la soletta superiore come una lastra infinitamente lunga in direzione y, appoggiata sui bordi distanti  $l_x = (0.60/2 + 5.00 + 0.60/2)m = 5.60 m$ , si valuta con l'ausilio di risultati tabellati (formule di BITTNER):



Piastra rettangolare appoggiata sui quattro lati caricata uniformemente su una zona rettangolare centrale

Valori di  $\alpha_{ym}$

$t_x/l_x$ $t_y/l_x$	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05
1.00	0.0210	0.0230	0.0250	0.0268	0.0285	0.0299	0.0312	0.0322	0.0330	0.0334	0.0335
0.90	0.0245	0.0269	0.0292	0.0313	0.0333	0.0351	0.0366	0.0378	0.0388	0.0393	0.0395
0.80	0.0286	0.0314	0.0341	0.0366	0.0390	0.0411	0.0430	0.0445	0.0456	0.0463	0.0465
0.70	0.0333	0.0366	0.0398	0.0428	0.0457	0.0483	0.0506	0.0525	0.0539	0.0548	0.0550
0.60	0.0388	0.0427	0.0464	0.0501	0.0535	0.0567	0.0596	0.0620	0.0639	0.0651	0.0654
0.50	0.0452	0.0496	0.0541	0.0585	0.0627	0.0667	0.0704	0.0736	0.0761	0.0778	0.0782
0.40	0.0525	0.0578	0.0630	0.0683	0.0735	0.0786	0.0834	0.0878	0.0914	0.0938	0.0945
0.30	0.0608	0.0670	0.0732	0.0796	0.0861	0.0927	0.0993	0.1055	0.1111	0.1150	0.1161

APPROVATO SDP

85101075 getto  
Bredini SpA

	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	65331-SOAX2-A00	04RCEI11SOAX2000000100	A00	111 di 115

0.20	0.0703	0.0774	0.0849	0.0926	0.1008	0.1095	0.1186	0.1280	0.1372	0.1449	0.1471
0.10	0.0809	0.0892	0.0981	0.1075	0.1179	0.1293	0.1422	0.1569	0.1739	0.1921	0.1993
0.05	0.0867	0.0957	0.1053	0.1157	0.1273	0.1405	0.1558	0.1745	0.1979	0.2290	0.2472

$$I_y = \infty \quad P = p * t_x * t_y \quad M_{ym} = \alpha_{ym} * P$$

Il massimo momento flettente in direzione y sotto l'effetto di una fascia caricata di larghezza  $t_y = 3.000$  m (larghezza caricata, cautelativamente assunta pari alla sola larghezza della prima stesa) per i carichi variabili, e di lunghezza  $t_{x-var} = 3,040$  m (lunghezza di diffusione longitudinale dei carichi da traffico) risulta pertanto:

$$p_{var} = (600)/(3.000*3.040)+9 = 74.79 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{var-SLU} = 74.79*1.35 = 88.82 \text{ kN/m}^2$$

$$P = p * t_y * t_x = 74.79*3.000*3.040 = 682 \text{ kN}$$

$$P_{SLU} = p_{SLU} * t_y * t_x = 100.97*3.000*3.040 = 921 \text{ kN}$$

$$I_y = \infty \quad t_y/l_x = 0.535 \Rightarrow 1 \quad t_x/l_x = 0.543 \quad \alpha_{ym} = 0.0667$$

Il massimo momento trasversale risulta:

$$M_{ym;SLE} = \alpha_{ym} * P = 45.49 \text{ kNm/m}$$

$$M_{ym,SLU} = \alpha_{ym} * P_{SLU} = 61.43 \text{ kNm/m}$$

Verifica di flessione agli SLU:

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom      N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	65	1	7.53	59.6
			2	7.53	5.4

**Sollecitazioni**

S.L.U.      Metodo n

N<sub>Ed</sub>        kN

M<sub>xEd</sub>        kNm

M<sub>yEd</sub>

**P.to applicazione N**

Centro     Baricentro cls

Coord.[cm]    xN     yN

**Tipo rottura**

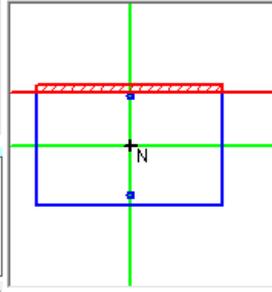
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Tipo Sezione**

Rettan.re     Trapezi

a T           Circolare

Rettangoli    Coord.



**Materiali**

**B450C**      **C28/35**

ε<sub>su</sub>  ‰      ε<sub>c2</sub>  ‰

f<sub>yd</sub>  N/mm²      ε<sub>cu</sub>  ‰

E<sub>s</sub>  N/mm²      f<sub>cd</sub>  N/mm²

E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>       f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?

ε<sub>syd</sub>  ‰      σ<sub>c,adm</sub>  N/mm²

σ<sub>s,adm</sub>  N/mm²      τ<sub>co</sub>  N/mm²

   τ<sub>c1</sub>  N/mm²

M<sub>xRd</sub>  kNm

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>c</sub>  ‰

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x       x/d       δ

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+     S.L.U.-

Metodo n

**Tipo flessione**

Retta     Deviata

N° rett.

Calcola MRd    Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm    Col. modello

Precompresso

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



Verifica di flessione agli SLE:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	65

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7.53	59.6
2	7.53	5.4

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

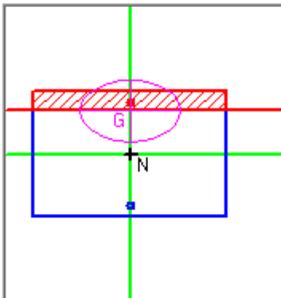
**Materiali**  
 B450C  C28/35

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   ‰  
 $\tau_{c1}$   ‰

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

**Verifica** N° iterazioni:

Precompresso



I tassi di lavoro nelle armature nelle Combinazioni di Carico agli Stati Limite di Esercizio permangono inferiori ai limiti riportati nelle tabelle C4.1.II e C4.1.III della Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 (punto C4.1.2.2.4.6). La verifica dell'ampiezza di fessurazione è da intendersi pertanto svolta per via indiretta ed implicitamente soddisfatta in ragione dei tassi di lavoro di progetto sulle armature precedentemente determinati.

## 10.2 Verifica dell'area minima di armatura per fessurazione

Un quantitativo minimo di armatura è raccomandato allo scopo di controllare la fessurazione nelle zone dove è presente la trazione. Tale armatura minima è quantificata in:

$$A_{s,min} = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} / \sigma_s$$

per il cui significato dei simboli si rimanda a EC2 § 7.3.2.

Il controllo dell'armatura minima disposta viene condotto con riferimento ai piedritti (massimo valore del copriferro effettivo, abbinato alla minima quantità di armatura disposta).

Risulta:

$$A_{s,min} = 1.00 * 0.79 * 2.83 * (2*75*1000) / 450 = 745 \text{ mm}^2/\text{m.}$$

$$\text{con } k = 0.65 + (1 - 0.65) * (800 - 600) * (800 - 300) = 0.79$$

Si prevede la disposizione di armatura di ripartizione costituita da  $\varnothing 12/15' = 753 \text{ mm}^2/\text{m.}$

## 11. VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportando di seguito le verifiche geotecniche SLU per le fondazioni superficiali della struttura in parola.

Risulta significativa unicamente la verifica di collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di NTC 2008.

Le azioni SLU ad intradosso fondazione ottenute combinando le azioni del modello di calcolo per la fondazione più sollecitata valgono:

### Condizioni sismiche

$$N_{SLU\_SISMICO} = 442.60 \text{ kN/m}$$

$$T_{SLU\_SISMICO} = 256.00 \text{ kN/m}$$

$$M_{SLU\_SISMICO} = 841.60 \text{ kNm/m}$$

La valutazione della capacità portante delle fondazioni superficiali viene condotta in accordo all'equazione:

$$q_{lim} = 0.5 \gamma_c B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Le espressioni che forniscono i valori dei fattori di capacità portante (N) e dei fattori correttivi (s, i, b, g) sono riportate nella tabella seguente:

fattori di capacità portante	N <sub>c</sub>	$(N_q - 1) \cot \phi'$	
	N <sub>γ</sub>	$2(N_q + 1) \tan \phi'$	Vesic (1970)
	N <sub>q</sub>	$\tan^2(45 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$	Prandtl (1921) Reissner (1924)
fattori correttivi	forma		
	s <sub>c</sub>	$1 + 0.2 k_P (B'/L')$	Meyerhof (1963)
	s <sub>γ</sub>	$1 + 0.1 k_P (B'/L')$	"
	s <sub>q</sub>	$1 + 0.1 k_P (B'/L')$	"
	approfondimento		
	d <sub>c</sub>	$d_q - [(1 - d_q)/(N_c \tan \phi')]$	De Beer e Ladanyi (1961)
	d <sub>q</sub>	$1 + [2 (D/B') \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2]$ per D/B' < 1 $1 + [2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \tan^{-1}(D/B')]$ per D/B' > 1	Brinch-Hansen (1970) e Vesic (1973)
	inclinazione carico		
	i <sub>c</sub>	$i_q - [(1 - i_q)/(N_c \tan \phi')]$	Vesic (1970)
	i <sub>γ</sub>	$[1 - (H/(N + B'L' c' \cot \phi'))]^{(m+1)}$	"
	i <sub>q</sub>	$[1 - (H/(N + B'L' c' \cot \phi'))]^m$ $m = [2 + (B'/L')]/[1 + (B'/L')]$	"
	inclinazione fondazione		
b <sub>q</sub>	$(1 - \alpha \tan \phi')^2$	Brinch-Hansen (1970)	
b <sub>γ</sub>	$(1 - \alpha \tan \phi')^2$	"	
b <sub>c</sub>	$b_q - [(1 - b_q)/(N_c \tan \phi')]$	"	
inclinazione piano campagna			
g <sub>q</sub>	$(1 - \tan \alpha)^2$	Brinch-Hansen (1970)	
g <sub>γ</sub>	$(1 - \tan \alpha)^2$	"	
g <sub>c</sub>	$g_q - [(1 - g_q)/(N_c \tan \phi')]$	"	

Tabella 5.1 – Coefficienti per il calcolo della capacità portante in condizioni drenate

Le formule utilizzate si riferiscono alla fondazione efficace equivalente ovvero quella fondazione rispetto alla quale il carico verticale  $N$  risulta centrato; la fondazione equivalente è caratterizzata dalle dimensioni  $B'$  e  $L'$  valutate sulla base dei criteri proposti da Meyerhof.

Segue il dettaglio della verifica.

#### DATI DI INPUT

Larghezza della fondazione	B	6,60 m
Lunghezza della fondazione	L	1,00 m
Rapporto tra le lunghezze	B/L	0,15
Approfondimento della fondazione	D	7,75 m
Inclinazione della base		0,00 °
Sforzo normale		442,60 kN
Taglio in direzione larghezza		256,00 kN
Taglio in direzione lunghezza		0,00 kN
Mom. flett. in direzione larghezza		841,60 kNm
Mom. flett. in direzione lunghezza		0,00 kNm
Angolo di attrito del terreno		28,00 °
Coesione drenata		0,00 kPa
Peso specifico totale del terreno $\gamma$		19,00 kN/m <sup>3</sup>
Profondità della falda da p.c. $z_f$		50,00 m
Distanza quota di falda - piano di imposta fondazione $z_w$		42,25 m
Peso specifico di calcolo $\gamma'_c$		19,00 kN/m <sup>3</sup>
Pressione in superficie		0,00 kPa
Peso specifico del terreno latistante $\gamma_{lat}$		20,00 kN/m <sup>3</sup>
Pressione al piano di posa delle fondazioni		155,00 kPa
Eccentricità in direzione larghezza		1,90 m
Eccentricità in direzione lunghezza		0,00 m
Larghezza ridotta		2,80 m
Lunghezza ridotta		1,00 m
Coefficiente $\gamma_R$		<b>2,30</b>
Inclinazione piano campagna		0,00 °

APPROVATO SDP

RISULTATI					
		Termine di superficie	Termine di coesione	Termine di profondità	
		$0.5 \cdot \gamma \cdot B' = 26,57$	$c' = 0,00$	$q' = 155,00$	
<b>Fattori di :</b>					
capacità portante	<b>Ny =</b>	16,72	<b>Nc =</b>	25,80	<b>Nq =</b> 14,72
forma	<b>sy =</b>	1,00	<b>sc =</b>	1,00	<b>sq =</b> 1,00
approfondimento	<b>dy =</b>	/	<b>dc =</b>	1,39	<b>dq =</b> 1,37
<b>Fattori correttivi di :</b>					
incl. del carico	<b>iy =</b>	0,07	<b>ic =</b>	0,12	<b>iq =</b> 0,18
incl. della base	<b>by =</b>	1,00	<b>bc =</b>	1,00	<b>bq =</b> 1,00
incl. piano campagna	<b>gy =</b>	1,00	<b>gc =</b>	1,00	<b>gq =</b> 1,00
<b>Termini complessivi di :</b>					
Superficie				<b>33,29</b>	
Coesione				<b>0,00</b>	
Profondità				<b>554,17</b>	
Pressione media (N/A) =	158,24	<b>kPa</b>			
Pressione limite=	255,42	<b>kPa</b>			
Carico limite=	<b>714,40</b>	<b>kN</b>			

Risultando  $N_{res,d} = 714.40 \text{ kN/m} > N_{SLU,SISMICO} = 442.60 \text{ kN/m}$  la verifica risulta soddisfatta.

APPROVATO SDP